

## 5. Jahrestagung für Elektronenmikroskopie in Innsbruck

### DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR ELEKTRONENMIKROSKOPIE

Begünstigt durch die ideale Kongreßstadt Innsbruck, die mit den umgebenden Bergen und Tälern im schönsten Sonnenschein strahlte, fand vom 16. bis 19. September 1953 die 5. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Elektronenmikroskopie statt.

Der Vorsitzende, Prof. Dr. W. Glaser (Wien) gab in der Eröffnungssitzung vor zahlreichen Ehrengästen und 275 Tagungsteilnehmern bekannt, daß die Gesellschaft Herrn Prof. Dr. M. v. Laue (Berlin) zu ihrem Ehrenmitglied gewählt hat. In seiner Dankansprache behandelte Herr v. Laue die Beziehungen der Elektronenmikroskopie zur Physik der kurzwelligen Strahlungen und bekundete seine Verbundenheit mit dem Arbeitsgebiet der Gesellschaft.

Bei den 93 Vorträgen, die in der Neuen Universität Innsbruck mit vier Gesamtsitzungen und zweimal zwei Parallelsitzungen abgehalten wurden, kam es zu einem internationalen Austausch des Wissens und der Erfahrungen; waren doch 31 % der Tagungsteilnehmer und 43 % der Vorträge von Ländern außerhalb der Bundesrepublik gestellt. Besonderes Interesse fanden die Sammelberichte der uns befreundeten ausländischen Gesellschaften. Als Ergebnis der Tagung kann festgehalten werden, daß die physikalisch-technische Seite der Elektronenmikroskopie und der Elektronenoptik noch im vollen Vorwärtsschreiten begriffen ist und weitere große Möglichkeiten erschließen wird. (z. B. Verbesserung des Auflösungsvermögens; Bildwandler für Strahlen aus geladenen und neutralen Atomen; Materialbearbeitung mit Elektronenstrahlen; Röntgen-Schatten-Mikroskopie; entscheidende Verbesserung der Ultramikrotome). Unter dem Eindruck der durch den letzten Fortschritt bedingten revolutionierenden Erweiterung der Elektronenmikroskopie auf Zytologie und Histologie standen vor allem die an den

biologischen Anwendungen der Elektronenmikroskopie Interessierten. Man wird mit Spannung erwarten dürfen, welche Früchte diese Arbeitsrichtung auf den nächsten Kongressen zeitigen wird.

Das Physikalische Institut der Universität Innsbruck (Direktor Prof. Dr. R. Steinmayer) hatte zu der Tagung eingeladen und alles aufs beste vorbereitet, sodaß wissenschaftliche Sitzungen, Ausstellungen von Geräten und übermikroskopischen Aufnahmen und Veranstaltungen im Kreise der Kollegen und ihrer Damen gleich gut zu ihrem Recht kamen.

Die Mitgliederversammlung wählte für das Jahr 1954 zum Vorsitzenden der Gesellschaft Dr. H. Mahl, Mosbach, und zum Ersten Beisitzer Dr. C. Wolpers, Lübeck. Als Tagungsorte des nächsten Jahres stehen zur Wahl: Essen und Münster/Westf. Der Vorstand wird hierüber zur gegebenen Zeit entscheiden.

B. v. Borries, Düsseldorf

## **MITTWOCH, DER 16. SEPTEMBER 1953**

### **Eröffnungssitzung**

Vorsitz: W. Glaser (Wien)

Nachdem Prof. Glaser die Tagung eröffnet sowie Teilnehmer und Gäste begrüßt hatte, leitete er die Reihe der Vorträge der Eröffnungssitzung durch den folgenden Einführungsvortrag ein:

**W. Glaser (Wien):** Bildentstehung im Elektronenmikroskop.

Es wird ein allgemeiner Überblick über die Frage nach den Objekteigenschaften, die im Elektronenmikroskop ihren sichtbaren Ausdruck finden, vom Standpunkt der geometrischen Elektronenoptik und der Wellenmechanik gegeben.

**F. Sjöstrand (Stockholm):** Die routinemäßige Herstellung von ultradünnen (ca. 200 Å) Gewebeschnitten für elektronenmikroskopische Untersuchungen der Gewebezellen bei hoher Auflösung.

**R. W. G. Wyckoff (Bethesda/London):** Entwicklungslinien in der amerikanischen Elektronenmikroskopie.



**G. Möllenstedt und M. Keller** (Tübingen/Mosbach): Ein Bildwandler hoher Auflösung für Strahlen aus ionisierten und neutralen Atomen. (Vorgetragen von G. Möllenstedt.)

Schon früher wurde gezeigt, daß sich Oberflächen mittels eines Immersions-Objektivs besonders plastisch abbilden lassen, wenn man die Elektronen durch seitlich auf die Oberfläche schießende Ionen auslöst. Die Auflösungsgrenze von  $0,1 \mu$  wurde neuerdings von M. Keller erreicht. Die Tiefenschärfe solcher Bilder ist dem Lichtmikroskop weit überlegen.

Verwendet man zur Abbildung eine völlig strukturlose Fläche und projiziert man ein Ionenbild darauf, so wird es in ein Elektronenbild umgewandelt. Gegenüber der direkten Registrierung eines aus Sauerstoff- und Stickstoff-Ionen bestehenden Ionenbildes auf einer Ilford Q<sub>1</sub> Platte (Auflösungsgrenze  $3\mu$ ) erzielt man durch Umwandlung des Ionenbildes in ein 5fach vergrößertes Elektronenbild, welches auf einer Silber-Eosin-Platte (Auflösungsgrenze  $15\mu$ ) registriert wird, eine Verminderung der Belichtungszeit um den Faktor  $4 \times 10^2$ .

Auch Schattenbilder mit den neutralen Atomen eines 20 kV Kanalstrahls konnten in großer Helligkeit sichtbar gemacht werden.

Der Atomstrahl-Bildwandler wird für die Ionen-Mikroskopie, Massenspektrographie und Atomstrahlbeugung von Bedeutung werden. Als Beispiel wird der Strahlengang eines Protonen-Mikroskops mit Bildwandler angegeben.

## **Parallelsitzung A: Untersuchungen aus Bakteriologie und Virusforschung**

Vorsitz: C. Wolpers (Lübeck)

**D. Peters** (Hamburg): Enzymatisch-elektronenoptische Strukturuntersuchungen an mikrobiologischen Objekten.

Gemeinsam mit Wigand wurde parallel zu lichtoptischen Untersuchungen gezeigt, daß junge gramnegative Bakterien — *E. coli* [Z. NATURFORSCH. 8b, 180, 1953]. *Neisseria sicca* — nach Chabaud-Fixierung nucleinsäure-spezifisch abgebaut werden können.

Nach selektivem Depolymerisieren der cytoplasmatischen Ribonucleinsäure (RNS) durch Ribonuclease (pH 6) ließ sich das am gleichen Ort verbleibende Protein durch Pepsin (pH 2), das bei Anwesenheit nativer RNS allein keine Wirkung hat, abbauen. Dadurch kam es zur Darstellung der Bakterienkerne. Sank mit der Alterung der Keime der RNS-Gehalt, so wurde das Cytoplasma auch durch Pepsin allein in steigendem Maße angegriffen. Der Kern ließ sich weiter in entsprechender Weise durch die Kombination von Desoxyribonuclease (pH 6) und Pepsin abbauen. Es resultieren leere bzw. fast leere Membranen. Bei *Staphylococcus albus* (grampositiv) war eine Vorbehandlung mit Lysozym (pH 7,5) notwendig, um eine gleichmäßige Wirkung der nachfolgenden Enzyme zu erhalten. Trypsin und Chymotrypsin (pH 7,5) wirken relativ unspezifisch, indem — zwar bei Erhaltung der Membran — Cytoplasma und Kern gleichzeitig angegriffen werden. Diese Behandlung eignet sich besonders für die Darstellung der Septen von Diplokokken.

Gemeinsam mit Stoeckenius gelang es, den pepsinresistenten Innenkörper des Vaccine-Virus durch die Kombination Desoxyribonuclease-Pepsin fast vollständig abzubauen, wenn zuvor der periphere Anteil des Elementarkörpers durch eine vorausgehende Pepsinbehandlung beseitigt worden war. Es resultierten — wie bei den untersuchten Bakterien — fast leere Membranen. Nach Chabaud-Fixierung werden auch Vaccine-Elementarkörper durch Trypsin stark angegriffen.

Da der Aufbau der Mikroorganismen sich während der Entwicklung in dynamischem Ablauf ändert, wird vor einer zu starken Schematisierung gewarnt. Die dargestellten Strukturen der Bakterienkerne bzw. der Virus-Innenkörper müssen wegen der experimentellen Eingriffe mit aller Vorsicht gedeutet werden. Schrumpfungen, unspezifische Herauslösung von Material, das in spezifisch abbaubares eingelagert war, nicht abbaubare Nucleinsäureanteile (cores), wechselnde Polymerisationsgrade der Nucleinsäuren, Umbau der Proteinanteile (Histon, Protamin, tryptophanhaltiges Eiweiß) und ähnliche Effekte können von Einfluß sein. Ausschlaggebend ist die Verwendung von Enzymen, deren spezifische Wirkung dem gegenwärtigen Wissensstand entsprechend gesichert ist.

Die enzymatisch-elektronenoptische Analyse wird den Färbemethoden der Lichtoptik gegenübergestellt.

**Fr. J. Bassermann** (Honnaf a. Rh.): Färberische Artefakte an Mycobakterien im elektronenoptischen Bild.

Die ganz überwiegende Mehrzahl aller Beschreibungen zur Morphologie der Mycobakterien, speziell des Tuberkuloseerregers (TB), ist durch die lichtoptische Betrachtung fixierter und gefärbter Präparate erfolgt. Die färberischen Routinemethoden sind geeignet, erhebliche morphologische Artefakte zu produzieren, die lichtoptisch nur selten mit hinreichender Sicherheit erkannt werden können.

In flüssigen Nährsubstraten ohne Zusatz oberflächenaktiver Stoffe gezüchtete pathogene und apathogene Mycobakterien wurden auf unbehandelten, vorbestrahlten und mit SiO bedampften Kollodiummembranen der Objektblende aufgetragen und direkt nach Ziehl — Neelsen, Gram, Neisser und Modifikationen gefärbt. Die HCl-Hydrolyse für die Färbungen nach Feulgen oder Piekarski — Robinow wurde in vitro durchgeführt. Die elektronenoptische Kontrolle erfolgte im Vergleich zu lichtoptischen Bildeinstellungen.

Alle genannten Färbungen rufen an Mycobakterien erhebliche gestaltliche Veränderungen hervor, welche die stark umstrittenen Befunde älterer Autoren als Interpretation von Artefakten teilweise erklären. Es zeigt sich, daß das Auftreten von Artefakten an den einzelnen Zellindividuen einer gegebenen Mikrobenaufschwemmung den Gesetzen der Variationsstatistik folgt. Die biologische Variabilität und unvermeidliche Schwankungen in den färberischen Partialakten sind die Ursache. Es ist daher nicht möglich, dem diskutierten Untersuchungsobjekt sehr kleiner Abmessungen für bestimmte färberische Akte charakteristische oder gar spezifische Artefakte zuzuordnen.

**H. W. Schlipköter und L. Grün** (Düsseldorf): Gibt es für Antibiotika typische morphologische Veränderungen? (Vorgetragen von H. W. Schlipköter.)

Von den 5 gebräuchlichsten Antibiotika wurde eine Verdünnungsreihe angesetzt und in vitro der Schädigungsablauf der einzelnen Präparate mit Hilfe des Elektronenmikroskopes untersucht. Es stellte sich heraus, daß die bisher angenommene Auffassung, die Bakterienzelle werde durch ein be-



stimmtes Präparat typisch verändert, nicht richtig ist, sondern daß sie nur charakteristisch für die Konzentration und die Wirksamkeit des schädigenden Agens zu sein scheint. Der Schädigungsablauf zeigt eine auffallende Ähnlichkeit mit den Bildern, die bei der normalen Alterung einer Kultur gesehen werden.

**W. Schmerold und B. Deubner** (München): Bemerkungen zum Achsenfaden bei Spirochäten. (Vorgetragen von B. Deubner.)

Die den Achsenfäden anderer Spirochätenarten analoge Bewegungsorganelle der Gewebspallida erscheint auf neuen Aufnahmen als Band von etwa 5 Fibrillen, das in seiner ganzen Länge fest am Körper der Spirochäte haftet, und auf der Innenseite der Schraubenlinie angeordnet ist. Für die Auffindung dieser Struktur wurde eine neuentwickelte Kegelschrägbedampfungsmethode angewandt.

**H. Raettig** (Berlin): Elektronenoptische Darstellung von Bakterien-Kleinformen der Enterobacteriaceen. (Zugleich ein Beitrag zur Morphologie der L-Formen.)

Unter Einfluß von verschiedenartigen Schädigungen treten bakterielle Kleinformen auf, die sich von gleichaltrigen Normalformen der Bakterien durchaus in Größe und Verteilung der Massendicke unterscheiden. Ein Vergleich der Kleinform mit ähnlichen Befunden im Schrifttum ist offenbar deshalb so schwierig, weil jede Bakterienart und jeder Bakterienstamm sehr individuell auf die verschiedenen Schädigungen reagiert. Obwohl die Kleinformen und die L-Formen der Bakterien in manchen Eigenschaften übereinstimmen, sind doch beide Formen offensichtlich nicht identisch.

**E. Edlinger, J. Giuntini und Th. Wanko** (Paris): Vergleichende Untersuchung der Auftropfmethode und des Filmbewuchsverfahrens zur elektronenmikroskopischen Betrachtung von Bakteriophagen. (Vorgetragen von E. Edlinger.)

Zur Untersuchung wurden verwendet: Der Bakterienstamm *E. coli* B mit dem Phagen T<sub>2</sub> und insbesondere der Stamm *S. typhi* mit den Phagen der Lyso typie VII, II und IV.

Es wird gezeigt, daß es nicht nur mit der Auftropfmethode sondern auch mit dem Filmbewuchsverfahren gelingt, Phagen isoliert darzustellen.

Die Lyse der Bakterien durch Phagen können mit beiden Methoden untersucht werden, wobei sich jedoch verschiedene Gesichtspunkte festhalten lassen. Im technisch einfacher durchzuführenden Filmbewuchsverfahren zeigen sich sowohl die Phagenadsorption und die Bakteriolyse als auch die Entstehung resistenter Kolonien und die neuerliche Fixierung von Phagen an Bakterienzellresten. Es ist aber unmöglich, mit diesem Verfahren die einzelnen Vorgänge zeitlich exakt voneinander zu trennen. Nur die mühevollen Auftropfmethode gewährleistet die Reindarstellung der einzelnen Stadien der Bakteriophagie, d. h. der Phagenvermehrung und der Bakteriolyse. Unsere Beobachtungen zeigten den Kontakt von Bakterien und Phagen, die Phagenadsorptionsvorgänge innerhalb von 5 Minuten, das Anschwellen der Bakterienzelle und den Zerfall der Zelle in Körperchen, etwas größer oder gleich groß wie die Phagen, innerhalb von 20 Minuten sowie die darauffolgende Lyse mit den freien Phagen und übrigbleibenden Zellgeißeln mit einem blepharoplastenähnlichen Ansatz. Als Vorteil der Auftropfmethode wäre noch die Klarheit und das Freisein von Verunreinigungen der Bilder zu erwähnen.

**E. Jahn (Innsbruck):** Ergebnisse elektronenmikroskopischer Beobachtungen bei Polyedererkrankungen von Insekten.

Im Jahre 1948 war es gelungen, Polyeder (das sind kristallinische Körperchen von  $1-15 \mu \phi$ , die bei Viruserkrankungen von Insekten in den Zellkernen verschiedener Gewebe entstehen können), und zwar in diesem Falle solche des grauen Lärchenwicklers *Grapholitha (Semasia) diniana*, durch Einwirken von Xylol zu Spaltungen und Aufscheinen verschiedenartig geformter Körperchen in ihrem Inneren zu bringen.

An Polyederkörperchen aus Ausstrichen viruserkrankter Afterraupen von Fichtengespinstblattwespen und Extrakten von an Gelbsucht erkrankten Seidenspinnerraupen konnten in den Jahren 1951—53 nach Einwirkung von Xylol bei den darauffolgenden elektronenmikroskopischen Untersuchungen gleichfalls Spaltungen und organisierte Veränderungen in ihrem Inneren festgestellt werden.

Im zeitlichen Nacheinander ließen entnommene Ausstriche erkrankter Afterraupen von Fichtengespinstblattwespen Polyeder, kapselförmige Körperchen und winzige Partikel erkennen, die namentlich unter Xyloleinwirkung im Zusammenhang zu stehen schienen.

In wässriger Lösung aufbewahrte Seidenspinnerpolyeder schienen im elektronenmikroskopischen Bild von kapselförmigen Partikeln der gleichen Seitenlänge und Dichte umrahmt zu sein. Vorgenommene Gram- und Methylblaufärbungen ließen lichtmikroskopisch eine Umwandlung vor allem der Randzonen der Polyeder ganz oder teilweise zu kettenförmigen Bildungen erkennen, in denen wieder sich stärker färbende Partien vielfach in strich- oder punktförmiger Form, zumeist an der Innen- oder Außenrandkante der Randzonen der Polyeder, sich deutlicher abhoben.

**C. A. Baud (Genf):** Erhaltung der Ultrastrukturen der lebenden Zelle in der Elektronenmikroskopie: Der Doppelbrechungstest.

Die Untersuchung von biologischen Objekten am Elektronenmikroskop macht komplizierte Behandlungen notwendig (Fixieren, Entwässern, Einbetten, Schneiden oder Dissoziieren, usw.). Diese Behandlungen können die sublichtmikroskopischen Strukturen verändern und das Erscheinen von Artefakten hervorrufen, welche nicht immer leicht erkennbar sind. Man muß zuerst das lebende Objekt untersuchen und seine Ultrastruktur bestimmen, welche nur auf indirektem Wege mittels Beobachtung der Doppelbrechung zu erkennen ist. Jede unter dem Elektronenmikroskop beobachtete Textur, die nicht mit der von der Doppelbrechung abgeleiteten übereinstimmt, ist ein Artefakt.

Z.B. zeigt das Axon der Nervenfasern keine Fibrillen, wenn es in Osmium-Tetroxyd mit pH 7,4 fixiert worden ist, parallele und nicht anastomosierende Fibrillen bei einem pH von 6,2, und ein tridimensionales, fibrilläres Netzwerk bei einem pH von 5. Die Beobachtung unter dem Polarisationsmikroskop zeigt, daß die Doppelbrechung — und auch die Ultrastruktur — sich nur bei einem pH von 6,2 erhalten; das Elektronenbild der mit pH 6,2 fixierten Präparate entspricht also der Wirklichkeit.

Die Calcium-Caseinatteilchen der Milch erscheinen unter dem Elektronenmikroskop als Kugeln; dies ist kein Artefakt, denn die Suspensionen dieser Partikel zeigen keine Strömungsdoppelbrechung. Andere Substanzen erscheinen auch als Kugeln unter dem Elektronenmikroskop; aber wenn sie in frischem Zustand eine Strömungsdoppelbrechung aufweisen, handelt es sich dabei um Artefakte.

[Ausführliche Veröffentlichung in Z. WISS. MIKROSKOPIE.]



**W. Jacobi und W. Lippert** (Frankfurt a. M.): „Elektronenmikroskopische Untersuchung des atmosphärischen Aerosols“. (Vorgetragen von W. Jacobi.)

Es wird zunächst ein nach dem Konimeterprinzip arbeitendes Abscheidegerät beschrieben, das Aerosolteilchen mit Radien größer als  $100\text{ m}\mu$  direkt auf den elektronenmikroskopischen Objektträger abzuschcheiden gestattet. Eine mit diesem Gerät unternommene elektronenmikroskopische Reihenuntersuchung des atmosphärischen Aerosols auf dem Taunus-Observatorium ergab, daß im Gegensatz zu bisherigen Vermutungen für Teilchen unter etwa  $5\text{ }\mu$  Durchmesser das über See gebildete NaCl-Sprühaerosol keine Rolle spielt. Als einzige charakteristische, wetterabhängige Komponente wurden Tröpfchen mit Ammoniumsulfid bzw. -sulfat als Salzbestandteil gefunden. Die chemische Zusammensetzung des Salzbestandteils dieser Komponente wurde sowohl durch Elektronenbeugung als auch durch mikrochemische Analysen ermittelt. Das Auftreten dieser Komponente ist verbunden mit Einbrüchen maritimer Luftmassen und kann in diesen Fällen 80 bis 90 % des gesamten vorliegenden Aerosols ausmachen. Die gleichen Salztropfen bilden auch in größeren Höhen (3000 m) unabhängig von der Wetterlage den Hauptteil des Aerosols, wie Abscheidungen auf der Zugspitze ergaben. Dies kann durch die Bildung der Teilchen aus der Gasphase erklärt werden.

**K. Heß und H. Mahl** (Rubi/Allgäu - Mosbach): Elektronenmikroskopische Untersuchungen an Mehl und Mehlpräparaten. (Vorgetragen von K. Heß.)

Das im Weizenmehl vorkommende Eiweiß geht im wesentlichen aus dem Endosperm des Kornes hervor und läßt sich durch Schwere-Sink-Verfahren in das leichtere, stärkefreie, den Zwickelräumen der Stärkepackungen zuzuordnende „Zwickelprotein“ und in das schwerere, fest mit der Stärkeoberfläche verbundene „Haftprotein“ aufteilen. Aus Aufnahmen von beschatteten Kollodiumabdrücken, beim Zwickelprotein auch aus direkten Aufnahmen, erkennt man für die Haftproteinschicht teilweise eine deutliche Fibrillenstruktur, während das Zwickelprotein strukturlos erscheint. Aus dem Vergleich von entfetteten und nichtentfetteten Haftproteinpräparaten geht hervor, daß der Haftproteinfilz auf dem Stärkekorn von einer Fettschicht überzogen ist. Die Fibrillendicke ist etwa  $100\text{ Å}$ . Das Haftprotein steht wahrscheinlich mit dem Leukoplasten im Zusammenhang, woraus das Stärkekorn gebildet wird. Für die Backfähigkeit eines Mehles spielt das Haftprotein eine wichtige Rolle.

## **Parallelsitzung B: Untersuchungen aus Mineralogie und Kristallkunde**

Vorsitz: U. Hofmann (Darmstadt)

**W. Dekeyser und G. Vandermeerssche** (Gent): Elektronenmikroskopische Untersuchung von Illiten aus belgischen Böden. (Vorgetragen von G. Vandermeerssche.)

Seit Inangriffnahme einer Böden- und Vegetationskarte von Belgien sind systematisch Bodenproben genommen worden, um den Tongehalt der Böden in den verschiedenen Teilen des Landes festzustellen. Wir haben die

folgenden Illite mit dem Elektronenmikroskop (PHILIPS EM 100) mittels Bild- und Elektronenbeugung untersucht: (1) Illite aus dem Gebiet von Gembloux; (2) Illite, sogenannte „terre à brique“, aus dem Gebiet von Chastre; (3) Illite („ergeron“) aus dem Gebiet von Gembloux; (4) Furneser Illite (Polder-Gebiet).

10 Aufnahmen zeigen das kennzeichnende Aussehen dieser Illite. Ferner wurden Beugungsdiagramme der auf diesen Aufnahmen befindlichen Mineralien vorgeführt.

Hinsichtlich der Veränderungen durch Korrosion sind interessante Einzelheiten zu erkennen. Wir sehen, daß die Minerale nicht nur von der Kante her abgebaut werden, sondern daß auch die 0001-Ebenen angegriffen werden. Da diese besonders fest sind, bedurfte es äußerst heftiger Einwirkung, um ein solches Ergebnis zu erzielen. Da dies aber, ebenso wie die Hypothese, daß opake Stellen von der Ablagerung feinsten Teilchen herrühren, unmöglich sein kann, sehen wir hierin einen neuerlichen Beweis, daß sich die Korrosion an ganz bestimmten Stellen der Oberfläche auswirkt, insbesondere an Durchbruchstellen von Versetzungen.

**H. Beutelspacher** (Braunschweig-Völkenrode): Untersuchungen an Tonmineralen mittels Elektronenbeugung.

Feinfraktion von Böden mit ganz verschiedenen Eigenschaften und verschiedener mineralogischer Zusammensetzung zeigten bei der Elektronenbeugung keine Unterschiede in den Netzebenenabständen und Linienintensitäten. Zu gleichem Ergebnis führten die Untersuchungen mit Standardtonen wie Kaolinit, Metahalloysit, Dickit, Montmorillonit, Nontronit, Beidellit, Illit, Glaukonit, Vermiculit und Hektorit. Die Beugungsergebnisse zeigten beim Vergleich mit den Röntgenuntersuchungen nur das Auftreten und die Übereinstimmung mit den  $hk0$ -Interferenzen. Trotz Anwendung ganz verschiedener Präparationsmethoden orientieren sich die Tonplättchen immer parallel der Folie. Da die Tonminerale sich durch ihre strukturelle Ähnlichkeit auszeichnen, können sie nur mit Hilfe der Basisinterferenzen identifiziert werden. Eine Abweichung bei den Standardtonen zeigte nur der nadelförmige Attapulgit mit seinem charakteristischen  $d$ -Wert von 10,37 Å. Bei der üblichen Präparation läßt die Elektronenbeugung keine Schlüsse auf die Zusammensetzung der Tonminerale des Bodens zu, wie dies neuerdings behauptet wurde. Werden die Tonpräparate in gewinkelter Lage zum senkrechten Elektronenstrahl durchleuchtet, so zeigen die Beugungsbilder Ellipsenformen mit teilweise anderen Interferenzlinien und Intensitäten. Der Vergleich mit Röntgenuntersuchungen zeigte eine gute Übereinstimmung der (02 l)-, (11 l)-, (20 l)- und (13 l)-Reflexe.

**W. Flaig** (Braunschweig-Völkenrode): Untersuchungen über die unterschiedliche Einwirkung von organischen Sphäro- und Linearkolloiden auf Tonminerale der Feinfraktionen von Böden.

Fast alle Vorgänge in den Böden werden von den Kolloidanteilen entscheidend beeinflusst. Die Bodenkolloide lassen sich auf Grund ihrer Herkunft in einfacher Weise in organische und anorganische einteilen. Zu den anorganischen gehören in der Hauptsache die Tonminerale. Das physiologische Geschehen im Boden ist weitgehend von der Krümelstruktur abhängig, d. h. von der Wechselwirkung zwischen organischen und anorganischen Bodenkolloiden. Unter den organischen Bodenkolloiden befinden sich die sphärokolloidalen Huminsäuren, die sich an der Krümelbildung nur indirekt beteiligen. Dagegen sind die Uronsäuren als natürliche Linearkolloide an diesen Vorgängen maßgebend beteiligt.



Aus diesem Grunde versucht man durch Zusatz von künstlichen Linear-kolloiden wie z. B. Krillium, die Bodenstruktur zu verbessern. An Hand charakteristischer Bilder wurde die unterschiedliche Wechselwirkung zwischen Sphärokolloiden und Linearkolloiden gegenüber Tonmineralen aufgezeigt.

Die Linearkolloide werden von den Tonmineralen sorbiert und vernetzen sich mit diesen durch ihre fadenförmige Gestalt. Diese Erscheinung tritt bei Sphärokolloiden nicht auf.

**O. E. Radczewski und H. E. Schwiete** (Aachen): Über elektronen-optische Untersuchungen an keramischen Scherben. (Vorgetragen von O. E. Radczewski.)

Es wird über die Anwendung des Elektronenmikroskops zur Erkennung von Spannungen in keramischen Scherben berichtet, die sich in dem Bild der Oberfläche des angeschliffenen, aber weder polierten noch geätzten Scherbens zeigen. Von diesen Oberflächen wurden Plexiglas-Siliziummonoxyd-Abdrücke hergestellt und elektronenmikroskopisch untersucht. Sie zeigten bei normalen Scherben, die arm an Spannungen sind, eine homogene, verhältnismäßig glatte Oberfläche, während die Oberfläche bei spannungsreichen Scherben vollständig zerklüftet ist, da die unter Spannung stehenden Teile der Oberfläche herausgerissen werden. Es entsteht ein einer „Mondkraterlandschaft“ ähnliches Bild.

In einem bestimmten Fall der Praxis konnte bei sonst gleicher chemischer und mineralischer Zusammensetzung das Vorhandensein von Spannungen und damit die Ursache eines Schadens, der zu Ausfällen in der Fabrikation geführt hatte, mit Hilfe dieser elektronenmikroskopischen Untersuchungen erkannt werden.

**E. Koberstein und H. Gebauer** (Konstanz): Die elektronenmikroskopische Struktur von Sintertonerden. (Vorgetragen von E. Koberstein.)

Es werden Aufnahmen von den Oberflächen und Bruchflächen einiger Sintertonerdequalitäten im unbehandelten Zustand und nach verschiedener Nachbehandlung gezeigt. Die Herstellung der elektronenmikroskopischen Präparate erfolgte nach dem Polystyrol-SiO-Matrizenabdruckverfahren.

Die ersten Bilder zeigen die Kornformen und Korngrößen verschiedener Sintertonerden bei ca. 1200-facher Vergrößerung, wobei deutliche Unterschiede in den Korngrößen bei den einzelnen Produkten zu erkennen sind. In diesem Falle wird vorteilhaft von der Tiefenschärfe des Elektronenmikroskopes Gebrauch gemacht, da in der Oberfläche größere Unebenheiten auftreten, die eine lichtmikroskopische Betrachtung unmöglich machen. Innerhalb der Fehlergrenzen stimmen diese Korngrößenbereiche mit den röntgenographisch ermittelten überein, so daß sie also als kohärent streuende Bezirke aufzufassen sind.

Es folgen Bilder von mechanisch geschliffenen und polierten Sintertonerdeproben, die die Wirkungsweise dieser Arbeitsvorgänge erkennen lassen. Bei den mechanisch geschliffenen zeigt sich, daß eine gewisse Einebnung durch Herausreißen hervorstehender Kristallpartien und Verschmieren dieses Materials erreicht wird, während bei den mechanisch polierten Proben Hinweise für einen plastischen Fluß des Materials vorhanden sind.

An Hand weiterer Aufnahmen höherer Vergrößerung, die ausgeprägte Kristallbaustufen zeigen, wird die Möglichkeit einer Kristallographie im Übermikroskop diskutiert, wodurch man in günstigen Fällen durch Ausmessen der Winkel und Auswerten der erkennbaren Symmetrieelemente eine Charakterisierung der die tatsächliche Oberfläche bildenden Grenzflächen erreichen kann.

Abschließend wird auf das Studium von Sintervorgängen mit Hilfe dieser Methode hingewiesen und am Beispiel des Sinterkorunds der bei diesem Material vorliegende Sintermechanismus erörtert.

**O. Rang und F. Schleich** (Mosbach): Elektronenmikroskopische Dunkelfeld-Abbildung als Mittel zur Identifizierung kleiner Kristalle. (Vorgetragen von O. Rang.)

Wenn man zur Dunkelfeld-Abbildung von Kristallgemischen Gitterreflexe verwendet, die nur für eine einzige der im Gemisch vorkommenden Kristallarten charakteristisch sind, dann kann über die Struktur der abgebildeten Kriställchen kein Zweifel mehr bestehen. Darüber wurde an anderer Stelle bereits vorgetragen [PHYS. VERH. 3, 223, 1952; FORTSCHR. MINERAL. 31, 59, 1952.]

Es konnte neuerdings gezeigt werden, daß die Methode auch dann anwendbar ist, wenn die Kristallstrukturen zweier übereinander liegender Kriställchen bestimmt werden sollen. Die Dunkelfeld-Methode dürfte in diesem Falle der Sonden-Methode (Feinstrahl-Kondensor oder Ausblendung in einem Zwischenbild) überlegen sein.

**R. Reißner** (Leoben) und **F. Schleich** (Mosbach): Elektronenoptische Untersuchungen an kaustisch gebranntem Magnesit. (Vorgetragen von F. Schleich.)

Bei dem Ablauf der Reaktion von kaustisch gebranntem Magnesit und wässriger Magnesiumchloridlösung, deren Endprodukt der sogenannte Sorel-Zement ist, findet man erhebliche Unterschiede. Untersucht man den Ablauf der Reaktion, abhängig von der Zeit, zeigt sich, daß sich am Anfang eine gelartige Masse bildet, aus der dann nach und nach die bekannten spießartigen Nadelkristalle herauswachsen. Die erste Phase, die je nach Material zwei bis vier Stunden dauert, kann im Röntgendiagramm nicht erkannt werden, und erst das elektronenmikroskopische Bild zeigt diesen Umstand, der wahrscheinlich der Hydratisierung des  $MgO$  zuzuschreiben ist.

Sucht man nach der Ursache des verschiedenen Verhaltens, so findet man, daß schnell abbindende Mischungen als Ausgangsmaterial reines  $MgO$  mit ca. 100 bis 200 Å großen Teilchen besitzen. Die langsam abbindenden Mischungen dagegen bestehen aus  $MgO$  mit ca. 500 bis 600 Å großen Teilchen und Talk-Beimengungen. Die Trennung von  $MgO$  und Talk im elektronenmikroskopischen Bild geschah mit Hilfe der Dunkelfeld-Abbildung mit definierten Gitterreflexen.

Es ist anzunehmen, daß die Verzögerung der Reaktion durch Bindungen mittels Kräften zweiter Ordnung zwischen  $MgO$  und Talk entsteht.

**F. Grasenick und E. Koberstein** (Graz - Konstanz): Chemische Identifizierung von elektronenmikroskopischen Objekten. (Vorgetragen von F. Grasenick.)

Um Aufschluß über die chemische Natur von Objektdetails chemisch nicht einheitlicher übermikroskopischer Objekte zu gewinnen, ergibt sich unter Verwendung bekannter übermikroskopischer Verfahren folgende Möglichkeit: Man fixiert das Objekt auf der Trägerblende, wobei sich die Umhüllungsverfahren besonders eignen und wendet auf das Objekt chemische Agenzien an. Die Wirkungsweise dieser Agenzien wird jeweils im ÜM kontrolliert. Die Wahl von Hüllensubstanzen und Material der Trägerblende sowie die Reihenfolge der Agenzien richten sich nach der vorausgegangenen chemischen oder gegebenenfalls mikrochemischen Analyse. Insbesondere lassen sich, ähnlich wie bei lichtoptischen Untersuchungen, durch Anwendung spezifischer Lösungsmittel das auf der Trägerblende befindliche Objekt stufenweise abbauen und dadurch Rückschlüsse auf die chemische



Zusammensetzung des Objektes gewinnen. Zur Nachweisreaktion können die herausgelösten Substanzen herangezogen werden, wobei die Kapillartechnik in Verbindung mit weiteren mikrochemischen Arbeitsweisen zur Anwendung kommen. Auf diese Weise konnten bisher elektronenmikroskopische Objekte chemisch analysiert werden, in denen zwei oder mehrere der folgenden Substanzen vorhanden waren: Fe, Ni, Cu, W, Au, Pt, Ag, Carbide, Silikate, Oxalate, Oxyde und Ferrite.

**H. Westphal und H. Raether** (Hamburg): Elektronenmikroskopische Beobachtung von NaCl-Oberflächen nach Einwirkung eines trachtändernden Fremdstoffs. (Vorgetragen von H. Raether.)

In Fortsetzung früherer Versuche, mittels elektronenmikroskopischer Beobachtung das Wachstum von Steinsalzflächen zu untersuchen, wurde der Einfluß trachtändernder Fremdstoffe studiert. Hierzu wurde eine auf die Steinsalzfläche aufgebraute gesättigte NaCl-Lösung in einem Trockenluftstrom langsam eingetrocknet. Es zeigte sich, daß nach Zusatz von 5% Harnstoff zur NaCl-Lösung an den Ecken der Kristallitwürfel (111)-Ebenen auftraten. Voraussetzung ist, daß bei Verwendung einer (100)-Fläche diese vor der Behandlung durch mechanische Bearbeitung in kleine Würfel aufgebrochen wird, die weiterwachsen können und das Auftreten der Oktaederflächen zeigen. Bei Verwendung von ungestörten Spaltflächen zeigt sich diese Erscheinung nicht. Führt man die Versuche an (111)-Flächen durch, so werden diese anfangs aus Würfelpyramiden bestehenden Oberflächen elektronenmikroskopisch glatt, weil die Oktaederfläche im Fall eines Harnstoffzusatzes langsamer als die (100)-Fläche wächst.

**H. Seifert** (Münster i. W.): Ein Film zum Kristallwachstum.

In Zusammenarbeit mit dem Institut für den Wissenschaftlichen Film (Göttingen) wurde ein Unterrichtsfilm (16 mm-Stummfilm) über Kristallwachstum gedreht. In bewußt recht einfachen Versuchen auf dem Objektisch eines Mikroskops wurden die Grundvorgänge der Kristallisation mikrophotographisch erfaßt und in Zeitraffung dargestellt. Die einfache Kinetik des Wachsens aus dem Keim wird sowohl bei Kristallisation aus Lösung als auch aus Schmelze und Dampf gezeigt; Trachtänderungen während des Wachstums, Regenerationen folgen. Wachstum von Salol aus Schmelze läßt sogar die tangentielle Flächenausbreitung extrem dünner Schichten (Marcelin, Stranski) kolloidaler bis molekularer Größenordnung optisch erkennen. Umwachsungen und Mischkristallbildungen sowie orientierte Aufwachsungen zeigen die Erscheinungen in komplexen Systemen. Schließlich wird die Umwandlung einer metastabilen in die stabile Phase (Kalisalpeter) vorgeführt. [Bezüglich Einzelheiten vergleiche man den Beitext zum Hochschulfilm C 621/1952 des genannten Instituts.]

**G. Pfefferkorn** (Münster/Westf.): Elektronenmikroskopische Untersuchungen zum Kristallwachstum von Oxyden.

Viele Metalle zeigen nach ihrer Oxydation an Luft bei höheren Temperaturen einen Besatz aus sublichtmikroskopisch feinen, einkristallinen Nadeln und Blättchen. Diese treten vereinzelt schon mit der ersten Anlaufschicht auf und wachsen mit der Zeit und Temperatur. Je höher die Temperatur, desto dicker sind die Nadeln. Bei Kupfer sind die Oxydkristalle annähernd senkrecht orientiert. Sie wachsen an der Spitze weiter, indem die Bausteine längs der Nadeln zum Anlagerungsort transportiert werden. Der Untergrund zwischen den Nadeln wird schließlich mit Oxyd ausgefüllt, d. h. die Oxydschicht wird dicker. Dieses Oxydwachstum ist ein Beispiel für ein Wachsen von Kristallen durch reine Diffusion. In heißem Zustande kleben die Kristalle leicht aneinander, wobei bevorzugt in der Umgebung der Be-

rührungsstelle Oxyd abgelagert wird. Schon unterhalb der Oxydschmelztemperatur sind Schmelzerscheinungen zu beobachten. Bei höheren Temperaturen verbiegen sich die Nadeln, besonders nach Anlagerung einer Kohlenstoffhaut, und knicken gelegentlich ab. Die parallel zur Oberfläche wachsenden Oxydschichten, mit denen man bisher theoretisch rechnete, sind nach diesen Untersuchungen an der Oberfläche nicht kompakt. Sie tragen eine aufgelockerte Randschicht, die für viele physikalische und chemische Erscheinungen an Oxyden verantwortlich sein dürfte.

**H. W. Schlipkötter** (Düsseldorf): Oberflächenadsorptionen mit kolloidalem Silber.

Mit Hilfe von Metallkolloiden ist es möglich, die Oberflächen von Eiweißkörpern und Kristallen im Elektronenmikroskop zu untersuchen. Bei Bakterien erhält man zwar sehr eindrucksvolle Bilder, jedoch ist es fraglich, ob es sich hierbei um eine echte Silberadsorption oder um Verklebungen handelt. Eine Adsorption an Quarzkristalle konnte eindeutig nachgewiesen werden, wobei die Flächenanlagerung das vorherrschende Bild darstellt. In verschiedenen Versuchen wurde geprüft, ob sich die Silberadsorption verändern läßt und ob sie in einem Zusammenhang zur Pathogenität des Quarzstaubes steht.

Vorsitz: H. Busch (Darmstadt)

**G. Möllenstedt** und **H. Düker** (Tübingen/Mosbach): Beitrag zur Interferometrie mit Elektronenwellen. (Vorgetragen von G. Möllenstedt.)

An Hohlstellen in Glimmer-Einkristall-Lamellen konnte O. Rang quantitativ belegen, daß die Feinstreifung quer zur Richtung zweier aufeinanderfallender Bragg-Reflexe auf Fern-Interferenzen der Elektronen-Wellen zurückzuführen ist.

An Aufnahmen von ausgesuchten Präparaten von Glimmer u. Molybdänsulfid wird gezeigt, daß diese Erscheinung besonders deutlich auftritt, wenn zwei Lamellen in gleicher Orientierung in einem geringem Abstand übereinanderliegen und einen kleinen Winkel miteinander bilden. In einer Dunkelfeld-Aufnahme werden 84 Maxima und Minima gezählt. Das bedeutet einen Gangunterschied von  $84 \lambda$ . Damit ist experimentell eine Kohärenzlänge des Elektronenwellenzuges von  $5 \text{ \AA}$  nachgewiesen.

**R. Bernard** und **E. Pernoux** (Lyon): Über den Ursprung einiger Scheinstrukturen bei sehr dünnen Einkristall-Lamellen. (Vorgetragen von R. Bernard.)

Im vergangenen Jahr haben wir das Fischgräten- oder Parkettmuster-System beschrieben und seine Entstehung diskutiert (PHYS. VERH. 3, 114, 1952; OPTIK 10, 64, 1953]. Damals konnten wir schon feststellen, daß diese Streifen parallel zur 203- bzw. 303- oder 305- bzw. 305-Ebene verlaufen. Ihre Herkunft konnte jedoch nicht völlig geklärt werden.

Anhand einiger Aufnahmen, auf welchen den gewöhnlichen, breiten, unscharfen Interferenzstreifen Parkettstreifen überlagert sind, können wir nun sagen, daß die Parkettbänder Stellen der Kristall-Lamelle kennzeichnen, an denen die Oberfläche entweder vertieft oder aufgewölbt ist. Die Vertiefung beträgt am Rande der Bänder etwa 7 bzw.  $14 \text{ \AA}$ . Das steht bei einer Gitterkonstanten  $b = 13,94 \text{ \AA}$  für  $\text{MoO}_3$  in gutem Einklang mit der Kristallstruktur, bei der die  $\text{MoO}_3$ -Moleküle in Ebenen vom Abstand  $b/2$  angeordnet sind.

Die Bänder werden von einem  $120 \text{ \AA}$  breiten Saum umgeben, welcher wahrscheinlich durch Fehlstellen verursacht wird. Man kann sich die Entstehung des Parkettmustersystems etwa folgendermaßen vorstellen: Vor der



Bestrahlung existieren Fehlstellen im Kristall. Wird die Lamelle bestrahlt, so wandern sie sehr rasch aus und bilden Gleitflächen aus. Nach und nach verschieben sich diese Fehlstellen bis an den Rand der Einkristall-Lamelle, und die Fischgräten-Bänder verschwinden. —

Bei unseren Untersuchungen von Schlierensystemen mit Symmetriemittelpunkten kamen wir zu den gleichen Resultaten wie Möllenstedt und Rang, obwohl Ausgangspunkt und Methodik verschieden waren. Wir konnten die Gestalt der Lamellenwölbung rekonstruieren und die Neigungswinkel berechnen.

Bei  $\text{PbI}_2$  sind die Scheinstrukturen zu flüchtig, um das Rang'sche Verfahren der Reflexabbildung zu benutzen. Deshalb wandten wir eine schwache Defokussierung an, welche uns die gleichzeitige Aufnahme des normalen Bildes und der Beugungsbilder erlaubte.

Sowohl bei  $\text{MoO}_3$  als auch bei  $\text{PbI}_2$  wurden neue parallele Streifen beobachtet, welche als Interferenzstreifen zu deuten sind. Sie treten auf, wenn zwei Lamellen aufeinanderliegen und einen kleinen Winkel miteinander bilden. Auf einer Aufnahme beträgt z. B. der Streifenabstand 800 Å, was einem Lamellenwinkel von ungefähr  $3^\circ$  entspricht.

**Ch. Menzel-Kopp und E. Menzel** (Tübingen): Elektronenbeugung an Metall-Einkristallen bis 1000 °C. (Vorgetragen von E. Menzel.)

Nach einem kürzlich beschriebenen Verfahren [Z. NATURFORSCH. 8 a, 499 (1953)] wurde die Elektronenbeugung an Cu-Einkristallen in Reflexion beobachtet. Mit steigender Temperatur verschwinden Kikuchi-Bänder und Laue-Punkte im Untergrund, beginnend mit denen höherer Indizierung. Der größte Ablenkwinkel  $\vartheta_K$ , unter dem Laue-Punkte bei der absoluten Temperatur T noch erkennbar sind, ist ein Maß für den Einfluß der Temperatur auf die Elektronenbeugung. Wenn sich dieser Einfluß mit der Debye'schen Theorie für Röntgen-Strahl-Interferenzen beschreiben ließe, müßte gelten

$$T \cdot \sin^2(\vartheta_K/2) = \text{const.}$$

Während Elektroneninterferenzen in Durchstrahlung an Gold diese Beziehung zu befolgen scheinen, deuten die Reflexionsversuche an Kupfer auf einen weiteren Temperatureinfluß, der den charakteristischen Ablenkwinkel  $\vartheta_K$  zusätzlich verkleinert. Da die Reflexion von Elektronen empfindlich durch den Zustand der Oberfläche bestimmt wird, muß angenommen werden, daß die Wärmeschwingungen der Oberflächenbausteine nicht mehr dem der Debye'schen Theorie zugrunde liegenden linearen Kraftgesetz folgen, sondern mit wachsender Auslenkung (Temperatur) weniger fest gebunden sind.

**K. Molière** (Berlin-Dahlem): Dynamische Interferenz-Doppelbrechung von Elektronenstrahlen in Kristallen.

Der Effekt der dynamischen Doppelbrechung von Elektronenstrahlen läßt sich bekanntlich bei der Beugung an sehr kleinen Kristalliten von wohldefinierter Form quantitativ untersuchen. Hierdurch wird eine experimentelle Prüfung der dynamischen Beugungstheorie ermöglicht. Es zeigt sich, daß diese Theorie im Laue-Fall die bei sehr hohem Auflösungsvermögen beobachtbaren Feinstrukturen der Beugungsreflexe befriedigend wiedergibt. Eine von Sturkey angegebene Form der Theorie ist dagegen nur in Spezialfällen näherungsweise anwendbar. Es wird über neue Auswertungsmethoden berichtet, welche es ermöglichen, Strukturfaktoren (Fourier-Koeffizienten des Potentials) mit guter Genauigkeit aus der Geometrie der Interferenzfiguren zu berechnen (d. h. ohne Intensitätsmessungen).

**Gemeinsame Sitzung: Berichte ausländischer Arbeitsgruppen**

Vorsitz: M. v. Laue (Berlin)

**G. Vandermeerssche (Gent):** Kurzer Überblick über die neueren Forschungsergebnisse auf dem Gebiet der Elektronenmikroskopie in Belgien.

Seit einigen Jahren hat sich die Anzahl der Elektronenmikroskope in Belgien bemerkenswert vergrößert. Zurzeit gibt es 14 Geräte verschiedener Bauart, welche in verschiedenen und zahlreichen Forschungsstellen benutzt werden. Die Mehrzahl der belgischen Institute haben kurze Tätigkeitsberichte veröffentlicht, die mit zahlreichen Abbildungen versehen sind, und aus denen die hauptsächlichsten Ergebnisse hervorgehen. Die Interessengebiete dieser Institute lassen sich mehr oder weniger gut wie folgt charakterisieren:

1. Brüssel: „Association pour Études Texturales“ (W. Ruston, Van Cakenberghe) mit Arbeiten über Tone, Humussäure, Kohle, Zellulose usw.; „Institut de Physique Appliquée“ (Vanden Dungen, Goche) über dünne Schichten; „Laboratoire de Cytologie et de Cancérologie Expérimentale“ (A. Claude) Krebsforschung und Ultramikrotomie; „Service de Chimie-Industrielle U.L.B. (W. L. Dekeyser, L. Deguel-dre) Sinterung von Magnesiumoxyd, von Aluminaten und Silikaten des hydratisierten Kalziums usw.; „Service de recherches de C.E.R.I.A.“ (F. und Y. Bouillon, De Brouckere, Jeener, Watillon u.a.) Oxydation von Metallen, kolloidale Lösungen, Bakteriologie usw.

2. Charleroi: „A.C.E.C.“ (vgl. besonderen Bericht von A. Bruaux).

3. Lüttich: „Laboratoire du C.N.R.M. (P. Coheur, Ch. Gregoire, L. Habraken).

4. Löwen: „Institut de Métallurgie“ (R. de Stryker) Struktur von Metallen und Karbiden; „Laboratoire des colloïdes des sols tropicaux I.N.E.A.C.“ (J. Fripiat) Tone tropischer Böden, Oberflächen von Aluminiumsilikaten und von Oxyden aus Böden; „Laboratoire de Physique“ (Van Itterbeek und Mitarb.) Anwendungen in der Physik.

5. Gent: „Centre de Microscopie Electronique“ (G. Vandermeerssche) Arbeiten unter Leitung oder Mitarbeit von einem oder mehreren Mitgliedern verschiedener Abteilungen der Universität oder unabhängiger Laboratorien, die bereits Anlaß zu Veröffentlichungen gegeben haben. Sie betreffen Bakteriologie, Biologie, Biochemie, Kristallographie, Metallurgie, Mineralogie, Augenheilkunde und Zoologie.

**L. Habraken und Ch. Gregoire (Liège):** Elektronenmikroskopie in Liège. (Vorgetragen von L. Habraken.)

**R. Bernard (Lyon):** Bericht über die französischen Arbeiten auf dem Gebiet der Elektronenmikroskopie im Laufe des letzten Jahres.

Es gibt in Frankreich zurzeit etwa 50 Elektronenmikroskope, die sich auf Universitätsinstitute, Fach-Forschungsinstitute (Chemie, Eisenmetallurgie, Treibstoffe, Textilien usw.) und private Industrielaboratorien verteilen. Die Zahl der Firmen, die ein eigenes Mikroskop besitzen, ist beschränkt. Die anderen wenden sich mit ihren Arbeiten entweder an ihr Fach-Forschungsinstitut oder an ein Institut einer nahegelegenen Universität.



Es gibt keine französische elektronenmikroskopische Gesellschaft in der Art der Deutschen Gesellschaft für Elektronenmikroskopie. Die französischen Spezialisten treffen sich einerseits in der Société française de Microscopie théorique et appliquée, welche einen Teil ihrer Sitzungen für die Elektronenmikroskopie reserviert, andererseits auf den Tagungen der Kommission für Elektronenmikroskopie des Centre National de la recherche scientifique. Für die Verbindung unter den französischen Technikern ist jedoch schlecht gesorgt.

Auf dem Gebiet der Elektronenmikroskopie wie auf anderen, leiden die provinziellen Forschungszentren unter einer übermäßigen Zentralisierung aller wichtigen Veranstaltungen in der Hauptstadt. Das ist ein Zustand, gegen den etwas getan werden muß. In diesem Sinne plant das Centre National de la Recherche scientifique für 1954 die Veranstaltung eines elektronenmikroskopischen Colloquiums in Toulouse, zu welchem auch eine Reihe ausländischer Kollegen eingeladen werden soll. Ich hoffe, daß nichts dazwischenkommt, und daß wir uns recht zahlreich bei dieser Gelegenheit wiedersehen.

Auf dem Gebiet der Konstruktion nimmt Frankreich einen bescheidenen Platz ein.

Die Compagnie française de Télégraphie sans fil (C.S.F.), welche früher mit M. Grivet ein elektrostatisches Mikroskop herstellte, hat seine Fabrikation eingestellt.

Die Société d'Optique et Précision de Levallois (O.P.L.) hat ein erstes magnetisches Mikroskop gebaut. Außerdem hat sie soeben einen zweiten, dreistufigen Prototyp fertiggestellt; aber es ist noch unsicher, ob es zu einer Serienfertigung kommen wird. Dies Gerät wurde von Herrn P. Selme entwickelt. Es hat drei magnetische Linsen; die Vergrößerung geht von 800 bis 36 000; eine Kontrastblende kann während des Betriebes aus dem Strahlengang entfernt und zentriert werden; eine Vorrichtung zum systematischen Zentrieren der Linsen ist vorhanden; die elektrische Speisungsanlage ist bis auf  $2 \times 10^{-5}$  stabilisiert.

Im elektronenoptischen Laboratorium der naturwissenschaftlichen Fakultät von Toulouse hat Herr Ch. Fert mit seinen Mitarbeitern die Idee von B. v. Borries aufgegriffen und ein Reflexions-Elektronenmikroskop mit magnetischer Strahlablenkung und mit einem besonderen Objekthalter gebaut, welcher die optimalen Winkelverhältnisse zu untersuchen gestattet. Bei Einfallswinkeln von etwa  $4^\circ$  hat er sehr schöne Bilder erhalten. Das Auflösungsvermögen senkrecht zur Einfallsebene beträgt 250 Å. Herr Fert hat sich auch mit der Messung der Feldverteilung und ihrer Ableitungen längs der Achse einer Magnetlinse beschäftigt.

In Lyon habe ich in meinem Institut zusammen mit M. Salvat eine Elektronenbeugungsapparatur mit einer magnetischen Linse konstruiert, welche die trägheitslose Kompensation von Spannungsschwankungen bis zu 8 % gestattet. Ich habe außerdem mit E. Pernoux die Pseudostrukturen dünner Kristalle weiterverfolgt. Auf diese Arbeiten wird auf der Tagung in zwei besonderen Vorträgen eingegangen werden.

Im Physikalischen Laboratorium der Ecole Polytechnique hat neuerdings auf Anregung von Prof. Léauté und unter Leitung der Herren Vignal und Brachet mein Mitarbeiter Herr Davoine den Bau eines Raster-elektronenmikroskops wieder aufgenommen. Das wichtigste Problem, einen geeigneten Elektronenvervielfacher zu konstruieren, ist praktisch gelöst. Die ersten Ergebnisse sind schon befriedigend.

Im Collège de France in Paris arbeiten die Herren Magnan und Chanson an der Verwirklichung des Protonenmikroskops. Es werden damit Bilder von Rußen bei 3000-facher Vergrößerung sowie andere von

ZnO bei 10 000-facher Vergrößerung beobachtet. Eine dritte Linse wurde angebracht, um die Vergrößerung variieren zu können. Die Erfahrung hat gezeigt, daß die Stabilität des Gasplasmas die Bildgüte bei Vergrößerungen über 10 000 erheblich beeinflußt. Neuerdings benutzt man einen Hochfrequenzgenerator mit 100 MHz, welcher die Ergebnisse verbessert. Eine große Schwierigkeit bilden die Leuchtschirme, welche wenig lichtstark sind und durch das Bombardement rasch zerstört werden. Man benutzt zurzeit mit Cadmiumsulfid aktivierte Zinksulfidschirme. Als Aufnahmematerial eignen sich am besten kernphysikalische Photoplatten.

Im radioelektrischen Laboratorium der Ecole Normale Supérieure hat Herr Septier ein elektrostatisches Emissionsmikroskop entwickelt, für welches er ein Immersionsobjektiv mit ebenen Elektroden untersucht und gebaut hat. Dieses Gerät hat die Untersuchung an Rekristallisationen, Oberflächenaktivierungen, Gleichgewichten zwischen Phasen (Niob und Niobnitrid) ermöglicht. Die Herren Couchet, Gauzit und Septier haben die Möglichkeiten eines Ionenmikroskops untersucht, in welchem die  $\text{Li}^+$ -Ionenquelle aus alkalischen Aluminiumsilikaten besteht, die durch Elektronenbeschuß auf 1 500 °C erhitzt werden. Es wurden sowohl in Emission als auch in Transmission Ergebnisse erzielt. Das Auflösungsvermögen liegt noch um den Faktor 100 ungünstiger als das theoretische, aber es ist schon um den Faktor 10 besser als das 1942 von Boersch erreichte.

Auf dem Gebiet der Elektronenbeugung ist das Laboratorium von Herrn Trillat in Bellevue nach wie vor sehr aktiv. Er hat unter anderem ein kontinuierliches Registrierverfahren entwickelt, welches erlaubt, gewisse kristalline Umwandlungen, Phasenänderungen, Diffusion von Atomen usw. zu verfolgen (an Kupfer-Aluminium-Legierungen). Die Herren Trillat und Kassenbeck gaben außerdem eine bequeme Methode zur Herstellung von in Metacrylat von polymerisiertem Methyl eingebetteten Schnitten von Textilfasern beschrieben, von welchen man dann einen Polystyrol-Siliziummonoxydabdruck macht.

Auf dem Gebiet der biologischen Anwendungen beschränke ich mich wegen mangelnder Zuständigkeit auf das Zitieren einiger mir vorliegender Arbeiten. Dies sind die Arbeiten aus dem Institut Pasteur von Herrn Lepine und Fräulein Croissant über die Anwendung von Dünnschnitten zur Untersuchung der Biologie des Zelleninneren und der Viren. Ferner die Arbeiten von Herrn Policart sowie von Herrn Collet und Frau Giltaire über die Silikose der Bergleute. Die automatische Zählung von Quarz-Partikeln bildet den Gegenstand einer interessanten Arbeit von Le Bouffant. Das Krebsforschungsinstitut setzt mit W. Bernhard seine Arbeiten über Schnitte von Krebszellen fort. Schließlich haben im Centre National de Transfusion sanguine Dr. Bessis und seine Mitarbeiter die Leukozytengranulationen sowie Abdruckverfahren untersucht, welche der Untersuchung von Zellen und ihrer Oberflächenveränderungen unter dem Einfluß verschiedener Behandlungen angepaßt sind.

Zum Teil deswegen, weil es nicht möglich gewesen ist, in der letzten Zeit mit meinen Kollegen zu korrespondieren, ist dieser kurze Bericht gewiß recht lückenhaft. Ich bedarf daher all Ihrer Nachsicht und danke für Ihre Aufmerksamkeit.

**V. E. Cosslett (Cambridge): Elektronenmikroskopie in Cambridge.**

Es wurde eine kurze Übersicht über die Untersuchungen in Elektronenoptik und -mikroskopie gegeben, die entweder noch nicht veröffentlicht, oder erst vor kurzem veröffentlicht wurden.

Eine für sphärische Aberration korrigierte Linse mit geringster Elektrodenanzahl. (1).



Eine neue Methode für das Trocknen von Bakterien gibt eine größere Überlebens-Wahrscheinlichkeit. Das Wachstum von Bakterien auf Urea enthaltenden Nährböden ermöglicht im EM eine direkte und genaue Bestimmung des Anteiles der Bakterien, die Trocknen und Bestrahlung überleben. (2).

Untersuchungen in der vergleichenden Morphologie von Spermatozoen (Bradfield und Rothschild) haben gezeigt, daß die Geißeln eine regelmäßige Anordnung von neun oder achtzehn peripheren Fasern enthalten, die zwei kleinere axiale Fasern umgeben. Durch Untersuchungen der Spirochaeten wurde eine morphologische Grundlage gefunden, sie von den Trypanosomen und von den spiralen Bakterien zu unterscheiden. (3). Bradfield hat auch das „Rocker-Mikrotom“ verbessert, sodaß Schnitte von 250 Å geschnitten werden können; in vielen Zellen wurden die von Sjöstrand entdeckten doppelwandigen Membranen nachgewiesen.

Längeres Studium des Tuberkel-Bazillus hat zu einem klaren Bild seines Entwicklungszyklus geführt (4). Das Studium der Bakterien-Zellwand (5) wurde auf die Plasmamembran erweitert (Few).

In metallurgischen Anwendungen hat Nutting gute Oxydabdrucke von Al-Mg-Legierungen erhalten und sie auf das Studium des Bruchphänomenes angewendet. Er hat auch gezeigt, daß eine Zunahme der Zugfestigkeit bei Zugabe von Bor zu Stahl mit der Abnahme der Körnchen-Größe zusammenhängt. Ein Reflektionselektronenmikroskop (nach Borries) für Untersuchungen bei hoher Temperatur wurde konstruiert (Jones).

Menter hat ein Metro-Vick EM für Reflektion adaptiert, um Reibungsvorgänge zu studieren (6). McMullan hat ein Elektronenrastermikroskop gebaut (7), das ein direkt sichtbares Bild gibt, und erhält viel bessere Auflösung als v. Ardenne oder Zworykin.

Literatur: (1) J. C. Burfoot, PROC. PHYS. SOC. B 66, 775, 1953; (2) R. C. Valentine, J. R. G. Bradfield, NATURE 171, 878, 1953; (3) J. R. G. Bradfield, D. B. Cater, NATURE 169, 944, 1952; (4) E. M. Brieger, V. E. Cosslett, A. M. Glauret, J. GEN. MICROBIOL. im Druck; (5) M. R. J. Salton, R. W. Horne, BIOCHIM. BIOPHYS. ACTA 7, 19 und 177, 1951; (6) J. W. Menter, J. INST. METALS 81, 163, 1952/53; (7) D. McMullan, PROC. INST. ELECTR. ENGRS, II 100, 245, 1953.

**M. E. Haine** (Aldermaston): Arbeiten auf dem Felde der Elektronen-Übermikroskopie im AEI-Forschungslaboratorium in Aldermaston, England.

Untersuchungen der Eigenschaften von Elektronenlinsen, welche von G. Liebmann durchgeführt wurden, beginnend mit Feldstärkemessungen mit Hilfe der Widerstandsnetzwerkanalogmethode, ergaben eine vollständige Reihe von Konstruktionsdaten mit Berücksichtigung der Sättigungserscheinungen im Eisen. Die Bemessung und Konstruktion des Eisenflußkreises wurde experimentell untersucht und Bemessungsregeln wurden ausgewertet.

Elektronenstrahlerzeugercharakteristiken wurden studiert, und es zeigte sich, daß die Strahlintensitätsverhältnisse nur schwach durch die Elektrodengeometrie beeinflußt werden. Geerdete optimale Vorspannung wird angewendet, und die theoretische Höchststrahlhelligkeit wurde für eine beträchtliche Anzahl von Elektrodengeometrien erhalten. Es zeigte sich, daß die Raumladung bei der Strahlerzeugung kaum eine nennenswerte Rolle spielt. Das Prinzip der Elektronenstrahlbildung wird, zumindest qualitativ, geklärt.

Die Gabor'sche Elektronenbeugungsmikroskopie wurde bis zu einer möglichen Trennschärfe von 5 Å weiterentwickelt, obzwar gewisse Schwierigkeiten im Zusammenhang mit der optischen Rekonstruktion des Bildes

die volle Realisierung dieses Auflösungsvermögens vorläufig nicht gestattet.

Eine Reihe von Prüfmethode, auf der Grundlage der Fresnel'schen Beugungsfransen beruhend, wurde zur kritischen Prüfung der Leistung von Elektronen-Übermikroskopen angewandt.

Eine Korrektur des Astigmatismus war mit üblichen Mitteln bis zu 5 Å möglich, und übermikroskopische Auflösungsvermögen der Instrumente von 10 Å werden regelmäßig erhalten.

Das Bildungsprinzip und die Quellen der Verunreinigung von übermikroskopischen Objekten wurden studiert.

Die Technik der Reflektions-Übermikroskopie wurde weiterentwickelt, und einige der kontrastbildenden Mechanismen wurden geklärt.

Auf eine Verbesserung der Hochspannungs- und Linsenheizstromkonstanz abzielende Versuche zeitigten Erfolg, indem eine Konstanthaltung im Verhältnis von einigen wenigen  $10^{-6}$  während verhältnismäßig langer Zeiten möglich gemacht wurde. Der übliche Widerstandsteiler im Hochspannungsgleichhalter wurde durch eine besondere Abart des Elektronengeschwindigkeitsspektrometers ersetzt.

**W. van Iterson** (Amsterdam): Übersicht über die Fortschritte auf elektronenmikroskopischem Gebiet in Holland.

In Delft wurden von der Technischen Hochschule Bakterien, Zellmembrane von Schimmelpilzen und höhere Pflanzen elektronenmikroskopisch untersucht. Der „Technisch-Physikalische Dienst“ beschäftigte sich mit Aufträgen aus Wissenschaft und Industrie. Ein stärkeres Objektiv verbesserte die Bildqualität des E.M. 100. Das schon früher hier konstruierte Objektiv mit 0,75 mm Brennweite diente als Grundlage des Philips E.M. 75. Es wurden Elektronenbeugungsapparate entwickelt, teilweise gemeinsam mit der „Königlichen Shell“, wo die Bearbeitung elektronenmikroskopischer Probleme von chemisch-physikalischer Art vorgenommen wird.

In den „Philips Laboratorien“ (Eindhoven) wurden theoretische und experimentelle Arbeiten zum Problem magnetischer Objektivlinsen kleinster Brennweite ausgeführt. Auch auf dem Gebiet der Emissionsmikroskopie wurden die Entwicklungsarbeiten fortgeführt. Die Anwendung derartiger Geräte in der Metallkunde ergab u. a., daß das Kornwachstum von Orientierungsunterschieden benachbarter Kristalle abhängig ist. Es wurden neue Anhaltspunkte über die Rolle der Diffusion bei der Phasenumwandlung einer Si-Fe-Legierung sowie über die Perlitbildung gewonnen.

Im „Laboratorium für Blumenzwiebforschung“ in Lisse wurden die Viren von Tabaknekrose und Tabakmosaik, die Graukrankheit von Hyazinthen und Narzissen, gebrochene Tulpen, kranke Lilien, Iris, Nelken und Friesia, die Viren von Krankheiten der Zuckerrüben und Zwiebeln, X-, S- und Y-Viren der Kartoffel sowie die Verursacher bakterieller Erkrankungen und serologischer Reaktionen elektronenmikroskopisch untersucht.

Die „Elektronenmikroskopische Abteilung“ der Universität Leiden studiert die Struktur von Mäuseovarien und Virusarten, wie Neurovaccinia und Dermovaccinia, sowie die Strukturen von Toxoplasma.

In Utrecht wird an der Verbesserung der zytologischen Technik, insbesondere an der Herstellung von Ultradünnschnitten, gearbeitet. Ferner wurden Chloroplasten untersucht.

Das Elektronenmikroskop in Groningen wird hauptsächlich für Untersuchungen der Struktur kristallisierter Eiweißkörper benutzt.



In Wageningen sind für Zwecke landwirtschaftlicher Forschung Untersuchungen über die Viren von Cucumis, Tabaknekrose, Blumenkohlmosaik, Kohlrüben- und Tomaten-Korkwurzel usw. sowie über die Bindung von Tabakrasselvirus an Tonminerale im Gange.

An der Universität Amsterdam wurde die Begeißelung der Bakterien untersucht. Dabei ergab sich, daß die Struktur der verschiedenen Arten nicht die gleiche ist. So bestehen z. B. die Geißeln der Vibrionen aus Basalkorn, einer Scheide und einem zentralen Draht.

**E. W. Schütz** (Bern): Bericht über die schweizerischen Arbeiten auf dem Gebiet der Elektronenmikroskopie.

In der Schweiz befinden sich 3 Zentren für Elektronenmikroskopie. In Genf wurde kürzlich ein Centre de microscopie électronique gegründet. Es werden dort vor allem Arbeiten über Dünnschnitttechnik, Struktur des Bindegewebes und der Knochen, den Aufbau der Kornea des Kaninchenauges und des Stärkekorns und die Bestimmung von Kernäquivalenten ausgeführt. In Bern sind vor allem Chemiker und Zoologen an der Elektronenmikroskopie interessiert. Die Morphologie der Hydroxydsalze und die Korrosion und das anodische Verhalten der Metalle werden am Anorganischen Institut, Probleme des Kaseins, der Zellulose und des Holzes am Organischen Institut bearbeitet. Die Zoologen untersuchen das Cytoplasma und dessen Fixierung sowie die Struktur der Kernwand der Amöben und der kollagenen und retikulinen Fasern. In Zürich wird am Pflanzenphysiologischen Institut vor allem über die Struktur der Zellulose in den Zellwänden gearbeitet. Die Firma Trüb Täuber & Co. hat einen neuen Typ ihres Elektronenmikroskopes herausgebracht, sowie ihr Dünnschnittmikrotom stark verbessert.

**Gemeinsame Sitzung: Präparationstechnik, Untersuchungen aus der Metallographie**

Vorsitz: R. W. G. Wyckoff (London)

**F. Grasenick und R. Haefer (Graz):** Anwendung von Siliziumoxyd- und Kohlenstoffschichten zur elektronenmikroskopischen Untersuchung von Oberflächen. (Vorgetragen von F. Grasenick.)

Für Oberflächenuntersuchungen wird eine Arbeitsweise angegeben, bei der C- und SiO-Schichten kombiniert verwendet werden. Die C-Schicht dient dabei als Elektronenobjekt, die SiO-Schicht als Hilfs- bzw. Verstärkungsschicht. Letztere wird nach Ablösen bzw. Herauslösen des Objektes auf der Trägerblende chemisch entfernt. Die Herstellung der C-Schichten geschieht dabei zweckmäßig mit Methan, da in diesem Falle ohne Nachbestrahlung mit Elektronen mechanisch und chemisch hinreichend stabile Schichten entstehen. Mit Methan lassen sich sowohl mit dem Glimmentladungsverfahren nach König als auch mit einer Reihe weiterer migeteilter Verfahren, bei denen ebenfalls die Spaltung von chemischen Verbindungen durch Elektronenstoß ausgenutzt wird, einwandfreie C-Schichten erzeugen. Die gleichen Verfahren sind auch zur Herstellung von SiO-Schichten anwendbar, wenn man geeignete Si-Verbindungen, wie z. B.  $\text{SiH}_4$  oder Tetramethylsilizium unter Beimengung von  $\text{O}_2$  verwendet. Bei dem beschriebenen Verfahren lassen sich auch die Rollen der C- und SiO-Schichten miteinander vertauschen. Zur Erzielung einer guten Wiedergabetreue der Abdruckschichten ist deren Herstellung bei niedrigen Drucken günstig. Es ließ sich eine Wiedergabetreue von 3  $\text{m}\mu$  erzielen. Die Anwendung von kontrasterhöhenden Schichten sowie von Bor- und Borkarbidsschichten wird diskutiert.

**E. Kinder (München):** Kunstgriffe und Kunstprodukte beim Quarzabdruckverfahren.

Um beim Quarzabdruckverfahren das unbequeme und unsichere Auffischen der Quarzhäutchen aus dem organischen Lösungsmittel des Polystyrols oder Triafols zu vermeiden, wird die Quarzschicht zunächst durch Gelatine verstärkt. Nach Auflösen des Kunststoffes haftet das Quarz an der Gelatine. Letztere wird in warmem Wasser entfernt, wonach die Quarzhäutchen auf dessen Oberfläche schwimmen und leicht gefischt werden können.

Zur Vermeidung von Scheinstrukturen ist das auf der Gelatine haftende Quarz sorgfältig vor Wassertröpfchen, wie sie sich beim zu schnellen Verdunsten des organischen Lösungsmittels bilden, zu schützen. — Das Brechen der auf Netzträgern aufgefisheten Quarzfolien wird vermieden, wenn man das Netz vorher mit einer dünnen Zaponlackschicht überzieht.

**H. Kimmel (Erlangen):** Quantitative Untersuchungen über Lackabdrucke.

Durch Aufdampfen von Kryolith auf zum Teil abgeschattete Mikroskopdeckgläschen wurden stufenförmige Testobjekte hergestellt und nach Tolansky vermessen. Wären die Lackabdrucke von diesen Objekten vollkommen formtreu, so müßte auch deren Interferogramm identisch mit denen des Objektes sein. Es zeigte sich aber, daß — entgegen der beim Objekt auftretenden Versetzung der Interferenzlinien entlang der Stufenkanten — auf dem Abdruck die Linien völlig geradlinig verlaufen und nur an den



der Stufe entsprechenden Stellen eine Unterbrechung aufweisen. Auf beiden Seiten dieses durch die Unterbrechung definierten Einflußbereiches ist somit von der Stufe nichts mehr festzustellen. Bei periodisch angeordneten Stufen (Mäanderprofil) ist erst an jeder beliebigen Stelle die Objektstruktur nachweisbar, wenn sich die einzelnen Einflußbereiche möglichst weit überlappen, wenn also der Abstand von Stufe zu Stufe möglichst klein ist. Das heißt aber, daß die Abbildungstreue eine Funktion der Fourier-Wellenlänge  $\lambda$  bzw. der Fourier-Frequenz  $\omega = 2\pi/\lambda$  des Objektes ist. Die abbildungsvermittelnde Frequenzcharakteristik ergab sich als Verhältnis der Fourier-Transformierten des Abdrucks zu der des Objektes. Sie zeigte, daß die Objektstreue mit zunehmender Feinheit der Objektstrukturen besser wird.

**H. Bethge** (Halle (Saale): Verfahren und Anordnung zur Herstellung von Abdruckaufnahmen lichtmikroskopisch bestimmter Objektbereiche.

Das beschriebene Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, daß die Objektträgerblende unter lichtmikroskopischer Beobachtung auf das mit dem Abdruckfilm versehene Objekt bzw. auf die Matrice aufgeklebt wird. Hierzu dient eine im Vortrag beschriebene Vorrichtung, welche über das Mikroskopobjektiv geklemmt wird. Die Präparatblende wird durch Saugwirkung gehalten und durch Federdruck auf das Präparat aufgebracht. Die zweckmäßig zu verwendenden Klebstoffe wurden mitgeteilt und die zur Präparation notwendigen Arbeitsgänge beschrieben. An Hand von elektronenmikroskopischen Bildern und den zugehörigen lichtmikroskopischen Aufnahmen wurde die Brauchbarkeit des Verfahrens unter Anwendung verschiedener Abdruckmethoden gezeigt.

**F. Leonhard** (Hanau): Ein Verfahren zur thermoplastischen Zielpreparation.

Aus den Bedürfnissen der elektronenmikroskopischen Metallographie heraus wird das thermoplastische Abdruckverfahren nach Heidenreich modifiziert und technisiert. Die Herstellung von Polystyrolrepliken wird in einer speziell entwickelten Prägeapparatur aus vorgeformten Körpern hergestellt. Der Prägemechanismus ist so auf ein Präparier-Mikroskop angepaßt, daß singuläre Objektpunkte, die im Mikroskop anvisiert werden, zentrisch auf eine flachzylindrische Matrice abgedrückt werden und durch konzentrisch auf den Objektträgerblenden angebrachte Halterungen so auf die Objektträgerblende justiert werden, daß der anvisierte Punkt mit Sicherheit in dem von der Blende begrenzten Bildfeld der elektronenmikroskopischen Abbildung liegt. Die Polystyrolmatrice wird von der aufgedampften Silizium-Oxydfolie durch Dibrombromaethylen oder Benzol, das aus einer Kapillare, z. B. einer Pipette, ausfließt, abgelöst. Die Treffsicherheit des Präparationsverfahrens ist groß. Das Risiko, die Kieselglasschicht zu zerbrechen, ist indessen erheblich. Um dieses Risiko zu vermindern, wird das in der Metallbearbeitung bekannte Verfahren des Tiefziehens auf die Präparation übertragen, indem eine dünne Zaponlackfolie, wie sie als normale Trägerfolie benutzt wird, auf die Polystyrolmatrice aufgebracht und das durch Erwärmen thermoplastisch gemachte Polystyrol unter Druck in das Relief des Objekts eingepreßt wird. Die auf diese Art tiefgezogene Zaponlackfolie wird von dem Lösungsmittel der Polystyrolmatritze nicht angegriffen und besitzt durch ihre gegenüber Kieselglas erheblich höhere Bruchdehnung eine beträchtlich größere Standfestigkeit bei der Hantierung. Beispiele für die Leistungsfähigkeit des Verfahrens werden in den Bildern des 2. Vortrages und der Ausstellung gezeigt.

**A. Kleinschmidt** (Marburg/Lahn): Dickenbestimmung und Bewertung von Dünnschnitten im Elektronenmikroskop.

Die mit dem Interferenzmikroskop im reflektierten Licht bestimmten Dicken von Dünnschnitten lassen sich bis etwa 40 m $\mu$  messen, dünnere Schnitte und Folien mit der Methode von Blodgett und Langmuir (Interferenzmessung im polarisierten Licht). Die Beobachtung im E.M. ergibt, daß je nach Dicke Präparatstellen verschiedenes Aussehen erhalten: Myofibrillen zeigen mehr Querstrukturen, Zellkerne werden einheitlicher und Kernmembranen schärfer. Das osmiumfixierte Gewebe wurde in Methacrylsäureester eingebettet und mit Glasmesser geschnitten. Dabei wird die ungünstige Wirkung mangelnder Spreitung und die Erscheinungen besprochen, die beim Herauslösen des Einbettungsmittels zu Fehlstellen und Defekten im Präparat führen. Die Festigung der Schnitte erfolgt durch Niederschlag einer Kohlehaut in einer Hochspannungsentladung.

**K. Hoegen** (Münster/Westf.): Beitrag zur Vorbereitung tierischer Gewebe- und Zellstrukturen für elektronenmikroskopische Untersuchungen. (Der Vortrag konnte wegen Verhinderung des Autors nicht gehalten werden).

Durch Behandlung mit Hyaluronidase (Hy-ase) lassen sich aus dem Gewebsverband einzelne Zellen, Zellen mit ihren Organellen oder Zellgruppen leicht und schonend isolieren. An isolierten Zellen des Trachealepithels werden die Schleimbeimengungen zwischen den Flimmerhaaren durch Spülen in Hy-ase entfernt. Danach können die Zilien besonders gut elektronenmikroskopisch abgebildet werden [Z. WISS. MIKR. und ANAT. ANZ., im Druck]. Auch schleimig verklumpte menschliche Spermien werden durch Hy-ase gereinigt und isoliert, sodaß klare Darstellung der Spermienköpfe mit Mittel- und Schwanzteil möglich ist. Besonders eindrucksvoll läßt sich die Feinstruktur des Schwanzfadens wiedergeben [ANAT. ANZ., im Druck]. Übermäßig lange Einwirkung von Hy-ase führt zur Quellung, Vakuolisierung und zum Zerreißen des Protoplasmas. So können Zellorganellen mit ihren Basalstücken in toto aus dem Zelleib entfernt und elektronenmikroskopisch abgebildet werden.

Die sublichtmikroskopische Untersuchung menschlicher Knochen wurde durch die Extraktionsmethode im Soxhlet-Äther-Alkoholgemisch mit anschließender H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-Behandlung wesentlich erleichtert. Die zusätzliche Anwendung von Ultraschall kann von Vorteil sein. Kontrollen zeigten, daß nach diesem Präparationsgang nur noch rein anorganisches Knochenmaterial vorliegt. Besonders gute Bilder (Stereoaufnahmen) konnten nach Graphitierung und Auskochen der graphitierten Präparate in HCl-Lösung mit anschließender Palladium-Bedampfung erreicht werden. Sie zeigen die räumliche Anordnung der tafelförmigen Hydroxylapatit-Kriställchen im menschlichen Knochen [H. Becher, K. Hoegen, G. Pfefferkorn, ACTA ANAT., im Druck].

**C. Weichan** (Berlin-Siemensstadt): Beispiele zur elektronenmikroskopischen Untersuchung mit Hilfe einer Spreizpatrone (Dehnung an Gummi und Fasern).

Eine neu entwickelte Spreizvorrichtung ermöglicht unter Anpassung an die besonderen Bedingungen des Elektronenmikroskops die Beobachtung einer Dehnung während der elektronenmikroskopischen Untersuchung. Die gebräuchliche Objektpatrone wurde umgestaltet und mit einer Dehnungsblende versehen. Aufbau und Arbeitsweise der Spreizvorrichtung werden beschrieben. Abbildungen aus dem Gebiet der Kautschuk- und Faserforschung zeigen gleiche Präparatstellen im ungedehnten Zustand und bei fortschreitender Dehnung. Die Verwendungsmöglichkeit der neuen Vorrich-



tung wird unter Berücksichtigung der hohen präparativen Anforderungen und der Einwirkung der Elektronenbestrahlung diskutiert.

**H. Boersch und K.-J. Hanßen** (Braunschweig): Beobachtungen beim Verdampfen von Metallen. (Vorgetragen von K.-J. Hanßen.)

Es werden Lochkamera-Abbildungen mit dem Metaldampf selbst als abbildendem Medium durchgeführt. Wenn Goldperlen von Wolframdrähten langsam verdampft werden, tritt eine stärkere Verdampfung vom Draht statt von der Metallperle aus ein. Dieses hat in der vollständigen Benetzung des Goldes mit Wolfram seine Ursache. Bei unvollständig benetzenden Metallen wie Silber tritt diese Erscheinung nicht auf.

Bei der schnellen Verdampfung konnte die Ausbildung von Metaldampfwolken, die durch Zusammenstöße der verdampfenden Atome unter sich entstehen, unmittelbar durch Abbildung demonstriert werden.

Auf die Bedeutung dieser Erscheinungen für die Schrägbedampfung elektronenmikroskopischer Objekte wurde hingewiesen.

Vorsitz: H. König (Darmstadt)

**H. Busch und E. Plötze** (Saarbrücken): Dünnschichten auf Flüssigkeitsoberflächen (Glycerin). (Vorgetragen von H. Busch.)

Die von Nils Hast [NATURE 162, 892, 1948] zuerst angegebene Methode, Metalle auf ideal-ebene Flüssigkeitsoberflächen aufzudampfen, wurde untersucht. — Auf Glycerinoberflächen wurden im Hochvakuum verschiedene Metalle und kristalline Nichtmetalle aufgedampft, das Glycerin durch Lösen in Alkohol oder Wasser von der Aufdampfschicht entfernt, und sodann diese sehr homogenen Schichten freitragend im Elektronenmikroskop, bzw. in der Elektronenbeugungsanlage untersucht.

Zur Herstellung extrem dünner Aufdampfschichten wird auf eine Glycerinoberfläche eine 400—600 Å dicke Schicht aufgedampft. Erwärmt man danach das Glycerin, so entstehen in der Aufdampfschicht Risse. Über diese Risse wird nun die extrem dünne Schicht aufgedampft, wobei die alte Schicht als Träger dient. Die so gewonnene Schicht kann von dem Glycerin abgelöst und freitragend verwendet werden. Sie besitzt an den Stellen, an denen die ganz extrem dünne Schicht über den Rissen der Trägerschicht liegt, eine sehr hohe Durchlässigkeit.

**E. W. Schütz** (Bern): Elektronenmikroskopische Untersuchung der Korrosionsvorgänge an Kupfer.

Bei der Korrosion von Reinkupfer in NaCl-Lösungen verschiedener Konzentrationen wurde eine schwer erklärliche Abhängigkeit des Angriffs von der Konzentration der Lösung gefunden. Mit Hilfe von elektronenmikroskopischen Oberflächenuntersuchungen wurden diese Erscheinungen weiter abgeklärt, und es konnten dabei drei Schichtenarten von  $\text{Cu}_2\text{O}$  festgestellt werden, die den Angriffskonzentrationskurvenverlauf sehr gut widerspiegeln. Bei starkem Angriff entstehen eher fehlerhafte Schichten, die von basischem Salz durchbrochen werden. Diese Schichten entstehen ähnlich auch bei Konzentrationen, bei denen das basische Salz nicht mehr auftritt. Bei schwachem Angriff entstehen mehr dichte Schichten, die einen relativ guten Schutz darstellen, während bei geringsten Angriffswerten endlich lockere Einzelkriställchen von  $\text{Cu}_2\text{O}$  gebildet werden. Die theoretischen Grundlagen dieses Verhaltens sind noch aufzuklären.

**L. Habraken** (Liège): Einfluß einer neuen Komponente auf die Warmdauerfestigkeit von Chrom-Molybdän-Stahl.

**H. Rohde** (Düsseldorf): Präparation und übermikroskopische Untersuchung isolierter Gefügebestandteile in Stählen.

Die Gestalt der aus Stählen isolierten Gefügebestandteile stellt erhöhte Anforderungen an die Trägerfolien und fordert besondere Verfahren, um die Objekte so auf dem Objekträger zu verteilen, daß Einzelheiten in Gestalt und Aufbau der Gefügebestandteile zu erkennen sind. Es wird ein Verfahren zur Herstellung stabiler dünner Trägerfolien beschrieben mit Angaben über Haltbarkeit und zweckmäßiges Arbeiten im Elektronenmikroskop. Die Anwendung von Ultraschall auf Suspension und Objekträgerblende verhindert Zusammenballungen des Objektes. An Hand von Bildern wird die durch diese Verfahren erzielte Verbesserung der elektronenmikroskopischen Aufnahmen gezeigt und dadurch neu gewonnene metallkundliche Erkenntnisse kurz erläutert.

**J.-G. Helmcke** (Berlin-Dahlem): Neue Erkenntnisse über den Feinbau von Membranfiltern.

Elektronenmikroskopische Untersuchungen von Filtern, Typ Coli, der Membranfiltergesellschaft, Göttingen, zeigten an der Oberflächenhaut feinste Poren, die Maximalwerte von 3,2 bis 3,5, gelegentlich auch 4,1  $\mu$  erreichten. Obwohl die Zahl der Poren von etwa 0,4  $\mu$  Durchmesser am größten ist, liegt das Maximum der wirksamen Durchlässe jedoch bei etwa 0,9  $\mu$ . — Eine eigentliche Unterfläche konnte elektronenmikroskopisch nicht nachgewiesen werden; sie wird vermutlich bei der Herstellung an der Glasplatte haften bleiben.

Die Innenstruktur ist als ein „Schaumporensystem mit geöffneten Poren“ zu betrachten, das durch Eintrocknen der ursprünglich flüssigen Filtermasse entsteht. Die dabei eingeschlossenen kleinen Tröpfchen erweitern sich und verformen sich gegenseitig. Schließlich platzen die Trennwände, so daß nur die Leisten und Zwickel zwischen den ehemaligen Blasen bestehen bleiben. Sie bilden die Innenstruktur des Filters. Die wirksame Weite der Innenstruktur richtet sich theoretisch nach den Öffnungen, die durch die zerplatzten inneren Trennwände entstanden sind. Nach den bisherigen Beobachtungen läßt sich aber kein Weg von maximaler Durchlaßweite auch nur durch eine Filterschicht von 3 bis 5  $\mu$  Dicke verfolgen.

**Th. F. Anderson** (Philadelphia): Stereoskopische Untersuchungen von Bakteriophagen mit dem Elektronenmikroskop.

Um recht viel über ein biologisches Objekt zu erfahren, dessen Strukturen durch ein spezielles Trockenverfahren [critical point drying method, Th. F. Anderson, TRANS. N. Y. ACAD. SCI. II, 13, 130, 1951; AM. NAT., 86, 91, 1952] erhalten geblieben sind, ist es am besten, es stereoskopisch zu untersuchen. Z. B. haben wir gefunden, daß die Köpfe bakteriophager Körperchen polyedrische Gestalt haben. Im Falle der Phagen T2, T4 und T6 pflegen diese Formen von den 130 Å dicken Kopfmembranen beibehalten zu werden, wenn diese nach Entfernung des Nukleins durch osmotischen Schock stehen bleiben [Th. F. Anderson, C. Rappaport und N. A. Muscatine, ANN. INST. PASTEUR 84, 5, 1953]. Ferner wurde bei allen bisher studierten Phagen, welche wie T1, T2, T4 und T6 Schwänze besitzen, gefunden, daß sie sich in ihren Gastzellen mit ihren Schwanzenden ansaugen.



sehen, daß die erste sich herausbildende erkennbare Phagenstruktur [R. L. De Mars, S. E. Luria, H. Fischer und C. Levinthal, ANN. INST. PASTEUR 84, 113, 1953] den Aufbau des gesamten T2-Kopfes aufweist, aber noch keinen Schwanz besitzt. Diese Befunde, welche eine funktionelle Anasodann kann man während der interzellularen Vervielfältigung von T2, z. B. lyse von Phagen erlauben, wurden durch stereoskopische Aufnahmen illustriert.

[Diese Arbeit wurde durch einen Kontrakt zwischen dem Office of Naval Research, dem Department of the Navy und der University of Pennsylvania ermöglicht.]

**E. Wiesenberger** (Berlin-Siemensstadt): Versuche zur Anwendung der Elektrolyse in der elektronenmikroskopischen Präparationstechnik.

Es werden erstmalig Versuche beschrieben, die die Ausführung von Elektrolysen auf der Trägerfolie der Objektblende gestatten. Dabei wird die über der Blendenbohrung liegende Kreisfläche der Trägerfolie als Elektrode benutzt. Die Trägerfilme werden nach dem Verfahren von König durch Beglimmen von Kollodiumfilmen hergestellt, wobei nach dem Verpuffen des Kollodiums Kohlenwasserstoffolien zurückbleiben. Diese werden durch intensive Elektronenbestrahlung elektrisch leitend gemacht. Durch darauffolgende Lackisolierung der metallischen Blendenoberfläche erreicht man die ausschließliche Abscheidung des Metalls auf der durchstrahlbaren Folienfläche, die zwischen  $2 \times 10^{-5}$  und  $4 \times 10^{-3}$  mm<sup>2</sup> beträgt. Die Elektrolyse kann sowohl in Tröpfchen von wenigen Kubikmillimetern als auch in beliebig größeren Flüssigkeitsmengen ausgeführt werden. Für beide Ausführungsweisen werden apparative Anordnungen beschrieben und als Abbildungen gezeigt. Das Verfahren erlaubt die direkte Beobachtung der gesamten Menge elektrolytisch gefällter Metalle und kann daher zum Nachweis von Metallspuren verwendet werden. Versuche zur analytischen und präparativen Anwendbarkeit der Methode sind im Gange.

Als Versuchsbeispiele wurden die elektrolytischen Fällungen von Kupfer, Blei, Nickel, Silber und Gold, teilweise in Form von Kohlehüllen-Abbildungen, gezeigt.

**J.-G. Helmcke** (Berlin-Dahlem): Theorie und Praxis der Stereoaufnahmen im Elektronenmikroskop.

Von den beiden Bedingungen, die die Photogrammetrie an das Elektronenmikroskop stellt, ist bisher nur eine erfüllt worden: der Wert der Vergrößerung. Die andere hingegen erreicht auch nicht annähernd die gewünschte Genauigkeit: der Grad der Verkippung, um den das Objekt im Elektronenmikroskop geschwenkt wird. Um exakt auswertbare Stereoaufnahmen gewinnen zu können, ist eine Ablesegenauigkeit von 1' unerlässlich. Die Einstellungsmöglichkeit braucht diesen Wert nicht ganz zu erreichen. Solange diese zweite Bedingung nicht erfüllt ist, bleibt jeder Versuch einer exakten Messung sinnlos, da der Fehler unverhältnismäßig groß werden kann, ohne daß sich seine jeweilige Größe feststellen läßt.

Der einzige konstante Faktor für die Auswertung ist durch das menschliche Sehzentrum bedingt, das nur Parallaxen von weniger als 70' zu einem optischen Modell verschmelzen kann. Größere Winkeldifferenzen führen zu einem Bildzerfall. — Die Praxis erfordert, daß 1) der Stereowinkel, um den das Präparat gekippt wird, 2) die Tiefe des Objektes, 3) die Vergrößerung im Mikroskop, 4) die Brennweite des Betrachtungsgerätes, sowie 5) die Betrachtungsbasis schon für die Anfertigung einwandfreier Aufnahmen so aufeinander abgestimmt werden müssen, daß keine größeren Parallaxen als 70

Winkelminuten auftreten. Für eine Betrachtung der Aufnahmen (mit einem Augenabstand von etwa 65 mm und einer Bildweite von 250 mm) betragen diese maximalen Parallaxen etwa 5 mm. Schon aus dem monokularen Leuchtschirmbild im Elektronenmikroskop muß durch Verkipfung der Stereoeinrichtung die parallaktische Verschiebung der Nächst- und Fernstpunkte des Objektes ermittelt und auf 5 mm begrenzt werden.

**E. Neuwirth (Graz):** Bestätigung der Montmorillonitbildung aus vulkanischem Glas durch Ü.M.-Untersuchung.

Bentonit wird als Montmorillonitton, entstanden aus vulkanischem, feinstäubtem Glase, definiert. Diese Genese war in den einzelnen Ländern verschieden lang und mehr oder minder stark umstritten. Im Zuge elektronenmikroskopischer und röntgenographischer Untersuchungen zahlreicher in- und ausländischer Bentonite war es möglich, vulkanische „Gläser“ verschiedener Vorkommen oder verschiedener Lagen ein und derselben Lagerstätte zu beobachten, deren Entwicklung zu Montmorillonit eindeutig, jedoch oft in unterschiedlichem Maße erfolgt war. Es ließen sich elektronenmikroskopisch und röntgenographisch Montmorillonitkristallisationsstadien festhalten, die sich zu einer lückenlosen Entwicklungsfolge reihen lassen. Ein besonders wichtiges Glied daraus stellt eine im Stereobild festgehaltene Montmorillonitpseudomorphose nach vulkanischem Glase dar.

## **Parallelsitzung A: Untersuchungen aus Histologie und Biologie**

Vorsitz: W. Bernhard (Villejuif)

**H. Braunsteiner, K. Fellerger und F. Pakesch (Wien):** Probleme elektronenmikroskopischer Gewebsuntersuchungen für Fragen der internen Medizin. (Vorgetragen von F. Pakesch.)

An Hand von Gewebsschnitten verschiedener Organe wurde über das Auftreten einer kanalikulären Struktur in eiweißsezernierenden Zellen berichtet. Am Beispiel des Schilddrüsenepithels wurde die Abhängigkeit des Verhaltens dieser kanalikulären Struktur und eines auffallenden, in das Follikellumen hineinragenden Saumbesatzes von Änderungen des Sekretionszustandes der Zellen dargestellt. Diese Änderungen wurden im Tierversuch einerseits durch Hypophysektomie und Thyroxingaben, andererseits durch Verabreichung von thyreotropem Hormon, ferner durch Thiourazil hervorgerufen.

Diese kanalikuläre Struktur wurde auch erstmals im Cytoplasma normaler und pathologischer Plasmazellen aufgefunden. Auf die Eigenständigkeit dieses Zellsystems und auf den direkten Zusammenhang mit der Antikörperproduktion wurde hingewiesen.

Der im Lichtmikroskop an Leberschnitten beschriebene, sogenannte Dissé'sche Raum konnte im Elektronenmikroskop weder bei normalen noch durch Histamin- u. Allylformiatvergiftung und durch Gallenstauung geschädigten Lebern gefunden werden.

Endlich wurden pathologisch veränderte Thrombozyten bei haemorrhagischen Diathesen demonstriert.

**R. W. G. Wyckoff (Bethesda/London):** Die Elektronenmikroskopie von Gewebeschnitten.

**A. Propst und M. Ratzenhofer (Graz):** Zum Verhalten der Sehnenfibrillen während der Entwicklung, im höchsten Alter und unter pathologischen Bedingungen.



über die Fibrillen im mesenchymalen Hyalin. (Vorgetragen von M. Ratzenhofer.)

Elektronenmikroskopische Reihenuntersuchungen menschlicher Achillessehnen von Embryonen und von Kleinkindern ermöglichten es, die Differenzierung der präkollagenen Sehnenfibrillen bis zum reifen Kollagen zu verfolgen. Frühembryonale Fibrillen vom 3. bis 4. Monat sind dünn und zeigen eine schütterte, unregelmäßige, unperiodische Versilberung. Sie sind von Reticulinfibrillen nicht zu unterscheiden. Im 4. bis 5. Monat werden die Fibrillen dicker und nehmen die für Sehnenfibrillen charakteristische starre Beschaffenheit an, wobei sie weiterhin unperiodische oder Übergänge in periodische Versilberung zeigen. Diese Eigenschaften kennzeichnen die präkollagenen Sehnenfibrillen. Die ersten typischen Kollagenfibrillen mit periodischer sog. Innenversilberung wurden neben präkollagenen Sehnenfibrillen im 5. bis 6. Monat gesehen. Die Sehnen von Kleinstkindern enthalten kollagene und noch präkollagene Sehnenfibrillen. — Im hohen Alter zeigen die kollagenen Sehnenfibrillen keine Unterschiede gegenüber jenen mittlerer Altersklassen. Zarte flexible, unperiodisch versilberte Fibrillen aus der Greisensehne stammen offenbar aus dem argyrophilen Interstitium zwischen den kollagenen Faserzügen.

Die Untersuchung unterentwickelter und untrainierter Achillessehnen von Kleinkindern mit angeborener Lähmung (Rückenmarksdefekt bzw. Myatonía congen.) ergibt auffallenderweise auch nach Versilberung keine wesentlichen Unterschiede gegenüber trainierten Sehnen gleich alter Kinder mit normalem Bewegungsapparat.

Die Fibrillen im mesenchymalen Hyalin entsprechen teils reifen kollagenen teils präkollagenen Fibrillen.

**J. François, M. Rabaey und G. Vandermeerssche (Gent):** Über die submikroskopische Morphologie des Auges. (Vorgetragen von G. Vandermeerssche.)

Es wurde ein zusammenfassender Überblick über die elektronenmikroskopischen Untersuchungen an verschiedenen Geweben des Auges gegeben.

Etwa 30 Aufnahmen illustrierten die wichtigsten Punkte, die sich vor allem auf folgende Einzelheiten beziehen: (1) Schwellungsmechanismus des Hornhautgewebes; (2) der morphologische Unterschied zwischen Hornhaut und Lederhaut; (3) Einfluß von Alter und Entstehung auf das Aussehen (Querschnitt und Periodizität) der Kollagenfasern; (4) Struktur der Bowman- und Descemet-Häutchen; (5) Aussehen der Farbkörperchen des Netzhautepithels; (6) Zusammensetzung des Glaskörpers und (7) Sehnerv.

Die folgenden Präparationsverfahren wurden angewandt: (1) Mechanische Abscheidung und gewöhnliche Suspensionen, welche in gewissen Fällen mit Ultraschall behandelt worden sind; (2) Schnitte und deren Abdrucke; (3) Bedampfung mit Palladium. Die Einwirkung gewisser Härtungsmittel, wie Osmiumsäure, Formalin und andere, wurde diskutiert.

**K. E. Wohlfarth-Bottermann und G. Pfefferkorn (Münster i.W.):** Zur submikroskopischen Struktur des Cytoplasmas (zugleich ein Beitrag zum Artefaktproblem). (Vorgetragen von K. E. Wohlfarth-Bottermann.)

Nach Darlegung der modernen Protoplasma-Strukturtheorien von Lehmann, Monné und Bretschneider wurde an Hand von elektronenoptischen Bildern von reinen Eiweißen und verschiedenen Protoplasma-Arten gezeigt, daß ein großer Teil der elektronenoptischen Bilder der Literatur, auf die sich die o. a. Theorien stützen, dem Zustand des Protoplasmas

intra vitam nicht äquivalent sind. Die heute für die lebende Substanz als spezifisch geltenden Strukturen im sublichtmikroskopischen Bereich sind vielmehr auch an reinen Eiweißen zu beobachten, sofern diese als Modelle den gleichen Präparationsbedingungen wie das Cytoplasma unterworfen werden. Solche Strukturen stellen vielfach unspezifische Eiweißkoagulate oder Eintrocknungserscheinungen dar, es sind also Präparationsartefakte.

Untersuchungen des Cytoplasmas von Ciliaten, Heliozoen, Schleimpilzen und Ascites-Tumor-Zellen deuten in Übereinstimmung mit zahlreichen Bildern der Literatur darauf hin, daß das undifferenzierte Protoplasma sublichtmikroskopisch zumeist strukturlos ist. Diese Befunde wurden mit Ergebnissen anderer Autoren in Beziehung gesetzt und ihre Folgerungen für die elektronenoptische Präparationstechnik diskutiert.

Vorsitz: A. Frey-Wyssling (Zürich)

**P. A. Roelofsen und A. L. Houwink** (Delft): Beitrag zur Frage des Mechanismus des Wachstums pflanzlicher Zellwände. (Vorgetragen von V. Ch. Dalitz.)

Wie vergrößert die pflanzliche Zellwand ihre Oberfläche, wenn die Zelle wächst? Die Anordnung der Fibrillen im Zellulosegerüst der Wand von jungen Juncus-Markparenchymzellen zeigt, daß dieses Gerüst allmählich ausgedehnt wird. In den Spitzen noch wenig verlängerter Zellärmchen bildet es ein nirgends perforiertes Netzwerk. Hier ist das Fibrillengerüst isotrop; in älteren Zellen aber, wo dieses Netzwerk zur äußeren Fibrillenschicht geworden ist, erweist es sich durch die Zellstreckung umorientiert, nämlich in der Längsrichtung ausgezogen. Am wenigsten hingegen hat das Längenwachstum die jüngste und daher innere Fibrillenschicht — im Gegensatz zur äußeren quer orientiert — abgeändert. Gleichen Bau zeigen die Primärwände von Baumwoll- und Kapokfasern.

**W. Liese und M. Hartmann-Fahnenbrock** (Freiburg/Düsseldorf): Elektronenmikroskopische Untersuchungen an verblautem Kiefernholz. (Vorgetragen von W. Liese.)

Künstlich und natürlich verblautes Kiefernholz wurde nach dem Polymerisationsabdruckverfahren untersucht. Die Struktur der Bläuehyphen besteht aus parallel angeordneten Längsfibrillen. In den Lumina der Tracheiden breitet sich das Mycel meist ohne sichtbare enzymatische Veränderung der Zellwand aus. Auf dem Wege von Zelle zu Zelle über die Hof-tüpfel wachsen die Bläuehyphen nicht durch das weitmaschige Torusfibrillensystem, sondern durchdringen direkt den Torus, der dabei mechanisch aufgebrochen wird. Anzeichen für eine enzymatische Auflösung sind nicht zu bemerken. Beim Aufspalten der Mittellamelle wurden mitunter auch Hyphen in dieser Schicht festgestellt. Es muß jedoch noch bestätigt werden, ob hier ein echtes Wachstum vorliegt.

Die neuen Erkenntnisse können zur weiteren Aufklärung der technologischen Eigenschaften von verblautem Holz beitragen.

**P. Kassenbeck** (Paris): Untersuchung der Textilmaterialien mit elektronenmikroskopischen Methoden.

Elektronenmikroskopische Untersuchungen an Reyon-Viskose-Fasern bringen uns neue Kenntnisse über ihren inneren Feinbau. Die angewandte Präparationstechnik erlaubt es, gleichzeitig Oberfläche und Schnitt der Fasern im Elektronenmikroskop zu untersuchen. Die in Plexiglas eingebette-



ten Fasern werden in flüssiger Luft gebrochen und mit Hilfe einer automatischen Presse wird im Vakuum ein thermoplastischer Abdruck der Bruchfläche angefertigt. Durch Polieren und chemische Behandlung der Bruchfläche kann die Kinetik des Auflösungsvorganges der Fasern im Elektronenmikroskop verfolgt werden. Man erhält ein Bild vom Gradienten der Packungsdichte der Zellulose-Fibrillen in der Faser.

**P. Sitte** (Innsbruck): Submikroskopische Morphologie von Pollenmembranen.

Nach kurzem Überblick über bisher Bekanntes wird eine für die Untersuchung von Pollenoberflächen in Anlehnung an das Mahl'sche Lackabdruckverfahren entwickelte Methode angegeben (die mikroskopisch kleinen Pollenkörner werden zum Abdruck in großer Menge aufgeblasen und nachher nicht einzeln abpräpariert, sondern weggewischt). Ergebnisse dieser Methode werden an verschiedensten Sporen und Pollen gezeigt. Ein ähnliches Verfahren zur Abdruckpräparation für Insektenblütlerpollen wird angegeben, zugleich aber auch die Unbrauchbarkeit der üblichen Acetolyse für submikroskopische Zwecke nachgewiesen. Feinbauuntersuchungen an den Sporopolleninen (äußere Membranschichte, „Exine“) ergeben, daß diese amorph sind. Die Präparation der inneren Membranschichte („Intine“) gelingt durch Aboxydieren der Exine (Zetzsche), zusammen mit Chlordioxydbehandlung (einfaches Verfahren zur Cellulosepräparation!). Intine: Streutextur der Cellulosemikrofibrillen, Exineskulpturen nicht vorgebildet; nur, wo Exine der Intine nicht unmittelbar aufliegt (Keimporen, Luftsäcke), sind die Mikrofibrillen aufgelockert. Die Celluloseelemente dringen praktisch nicht in die Exine ein (Abbauversuche). Abschließend wird ein allgemeines Modell der submikroskopischen Struktur der Pollenmembranen vorgelegt.

## Parallelsitzung B: Elektronenlinsen, Wechselwirkung der Elektronenstrahlen mit Materie

Vorsitz: V. E. Cosslett (Cambridge)

**G. Liebmann** (Aldermaston): Einheitliche Darstellung der Eigenschaften magnetischer Elektronenlinsen.

In früheren Arbeiten waren die wesentlichen Linsenparameter für symmetrische magnetische Elektronenlinsen für vorgegebene geometrische Linsendaten, Spaltweite  $S$  und Bohrungsdurchmesser  $D$ , in Abhängigkeit von der Durchflutung berechnet worden. Seitdem sind verschiedene unsymmetrische Linsen, gekennzeichnet durch Spaltweite  $S$  und die beiden Bohrungsradien  $R_1$  und  $R_2$ , untersucht worden. Es wird gezeigt, daß die Brennweite in Abhängigkeit von der Durchflutung sich für die meisten magnetischen Linsen mit recht guter Genauigkeit durch eine einzige Kurve darstellen läßt, wenn als Grundlänge, in welcher die Brennweite gemessen wird, die Größe  $(S + R_1 + R_2)$  gewählt wird. In ähnlicher Weise lassen sich auch Brennpunktslage, Öffnungsfehlerkonstante, usw. darstellen.

**W. Lippert** und **W. Pohlitz** (Frankfurt/Main): Neuere Untersuchungen über elektrostatische Einzellinsen. (Vorgetragen von W. Lippert.)

Frühere Untersuchungen über einen bestimmten Typ elektrostatischer Einzellinsen wurden auf die Bestimmung der Linsenfehler und des Linsenmittelpotentials ausgedehnt. Das vorliegende experimentelle Material gestattet einen eingehenden Vergleich mit den Rechnungen von F. Regentstreif. Qualitativ, und in gewissen Bereichen auch quantitativ, ist die Übereinstimmung von Rechnung und Experiment bei Brennweite und Brennpunktslage befriedigend. Die bestehenden Abweichungen lassen sich aus dem verschiedenen Verlauf der Achsenpotentiale erklären.

**G. Langner** und **F. Lenz** (Düsseldorf): Die Ausmessung magnetischer Felder an maßstäblichen Modellen unter Berücksichtigung der Sättigungserscheinungen. (Vorgetragen von F. Lenz.)

Modellverfahren zur Ausmessung magnetischer Felder geben nur dann die Feldverteilung richtig wieder, wenn

- 1) die Magnetisierungskurven von Original- und Modellmaterial einander geometrisch ähnlich sind,

- 2) die dimensionslose Größe  $M_s/\mu_0 J$  für Original und Modell denselben Wert hat. Hierbei ist  $M_s$  die Sättigungsmagnetisierung,  $s$  die Breite des Polschuhspaltes und  $J$  die angelegte magnetische Gesamtspannung.

Es wurden magnetische Elektronenlinsen aus Eisenkobalt-Polschuhen an Nickelmodellen ausgemessen. Obwohl die Magnetisierungskurven einander nicht genau ähnlich waren, wurden doch befriedigende Ergebnisse erzielt, wie Messungen an einem maßstäblichen Modell einer von Dosse im Original ausgemessenen Objektivlinse zeigten. Nach dem gleichen ballistischen Verfahren wurde dann das Nickelmodell einer magnetischen Projektivlinse mit axial verschiebbaren Polschuh (von 0,7 mm Bohrung im Original) ausgemessen. Als Sondenspule diente hierbei eine Kugelspule von 2,6 mm Außendurchmesser, welche in der 2,8 mm großen Bohrung des Modellpolschuhs noch mit großer Genauigkeit und Empfindlichkeit zu messen gestattete. Das Verfahren scheint besonders auf die systematische Entwicklung der regelbaren Polschuhlinsen in permanentmagnetischen Elektronenmikroskopen mit Vorteil anwendbar zu sein. [Einger. b. d. OPTIK.]



**W. Scheffels, M. Hahn und F. Lenz** (Düsseldorf): Eine Methode zur direkten Ausmessung der Kaustikflächen von Elektronenlinsen bei Betriebslinsenstärke. (Vorgetragen von W. Scheffels.)

Bringt man eine Kollodiumfolie zwischen eine Elektronenlinse und ihre hintere Brennebene, so wird sie von der Kaustikfläche durchsetzt. Läßt man die Objektfolie in dieser Stellung im Strahlengang stehen, so lagert sich nach einiger Zeit in den Bereichen höchster Intensität Kohlenstoff auf der Folie an. Macht man von einer derart behandelten Folie später eine normale elektronenmikroskopische Durchstrahlungsaufnahme, so erhält man das Bild des auf der Folie registrierten Kaustikquerschnittes. Kann man die Objektfolie um definierte Beträge axial verschieben, so bekommt man eine Schichtliniendarstellung der Kaustikfläche, aus der man die Koeffizienten des Öffnungsfehlers und des axialen Astigmatismus quantitativ angeben kann. Gegenüber den bisherigen hat dieses Verfahren den Vorteil, daß man damit den axialen Astigmatismus bei der normalen Abbildungs-Linsenstärke messen kann. [OPTIK 10, 455—458, 1953.]

**S. Leisegang** (Berlin-Siemensstadt): Zur Zentrierung von Elektronenlinsen.

Es wird eine Methode angegeben, mit der man die elektronenoptische Linsenachse von magnetischen Elektronenlinsen — die nicht mit der geometrischen Linsenachse übereinzustimmen braucht — nachweisen kann. Diese Methode beruht darauf, daß sich bei Änderung des Bestrahlungswinkels  $\vartheta$  sowohl das Drehzentrum des Bildes beim Defokussieren als auch die Kaustikspitze proportional mit  $\vartheta$  verschiebt, jedoch beide mit verschiedenem Proportionalitätsfaktor. Stimmen Drehzentrum und Kaustikspitze miteinander überein, so ist die dabei notwendige Bestrahlungsrichtung paraxial und der Punkt, in dem im Bild Drehzentrum und Kaustikspitze zusammenfallen, ist der abgebildete Achsenpunkt. Die Lage des Drehzentrums ist leicht, die Lage der Kaustikspitze durch die Symmetrie der im elektronenmikroskopischen Bild beim Arbeiten ohne Aperturblende auftretende Beugungserscheinungen nachzuweisen. Es wird gezeigt, daß die Abweichung der elektronenoptischen von der geometrischen Linsenachse wesentlich durch Materialinhomogenitäten der Polschuhteile hervorgerufen wird und daß sich bei geeigneter Konstruktion des Objektivpolschuhs durch Drehen der Polschuhteile gegeneinander das Objektiv so gut zentrieren läßt, wie es zur Erreichung des theoretisch möglichen Auflösungsvermögens notwendig erscheint.

**L. Wegmann** (Zürich): Ein verzeichnungsarmes elektromagnetisches Doppelprojektiv.

Die Theorie von Hillier für ein magnetisches Doppelprojektiv mit einer festen verzeichnungsfreien Vergrößerung wird erweitert auf ein zweilinsiges Projektivsystem mit kontinuierlich variabler, verzeichnungsfreier Vergrößerung. Bei Kenntnis der geometrischen Verhältnisse und der Linsenkonstanten beider Linsen kann eine Brennweitenbeziehung  $f_b(f_a)$  oder eine Strombeziehung  $i_b(i_a)$  für verzeichnungsfreie Vergrößerung angegeben werden. Weiter werden zwei einfache Widerstandsschaltungen beschrieben, welche in gewissen Bereichen diese Beziehungen näherungsweise erfüllen. Die Schaltungen wurden mit einem Doppelprojektiv mit 2 Wicklungen experimentell erprobt, wobei durch Drehen eines Regulierwiderstandes die Vergrößerung beispielsweise zwischen 15mal und 45mal variiert werden konnte, ohne daß die Verzeichnung 4% überschritt. Dieses Resultat steht in guter Übereinstimmung mit der dargelegten Theorie.

**R. Bernard und M. Salvat** (Lyon): Einrichtung zur Korrektur der chromatischen Fehler bei der Elektronenbeugung. (Vorgetragen von R. Bernard.)

Nach einem Vorschlag von Le Poole wurde es versucht, die Korrektur der Strahlspannungsschwankungen durch Benutzung einer schwachen magnetischen Linse (M) zwischen Objekt (O) und Leuchtschirm (S) zu erreichen. Schreibt man  $OS = L$ ,  $OM = a$ ,  $MS = b$ , so kann man leicht zeigen, daß die Korrektur erzielt wird, wenn die Beziehung

$$a + b = \frac{3ab}{f}$$

erfüllt ist ( $f$  = Brennweite der Linse M). Man wählt noch dazu  $b = f = 2a$ , so daß das Parallelelektronenbündel auf dem Leuchtschirm fokussiert wird.

Die Korrekturlinse wird gegen Schwankungen des Speisestroms stabilisiert, indem man eine zweite Spule einsetzt, die einen Teil des Eisenkreises sättigt. Die fertige Linse ist in Wirklichkeit eine Doppellinse mit dem Zweck, die magnetische Drehung zu beseitigen und die Verzeichnung auf ein Minimum herabzusetzen.

Ein Elektronenbeugungsgerät wurde gebaut, um die Korrekturlinse zu prüfen. Wir konnten feststellen, daß die Ringdurchmesser des Diagramms ein flaches Maximum durchlaufen, wenn die Hochspannung 51 kV erreicht. Die Stabilisierung ist besser als 1 ‰ in dem Gebiet  $51 \text{ kV} \pm 4 \text{ kV}$ . Die Verzeichnung liegt unter 4 ‰ für die größten Beugungsringe.

Diese Einrichtung bringt die Möglichkeit, Beugungsdiagramme zu erhalten, die direkt vergleichbar sind, wenn die Eichung des Gerätes einmal durchgeführt ist und die Hochspannung nur grob stabilisiert und gemessen wird. Dies ist ein wichtiger Vorteil für den Routinebetrieb!

Vorsitz: G. Möllenstedt (Tübingen)

**V. E. Cosslett** (Cambridge): Das Röntgenstrahl-Schattenmikroskop.

Elektronenoptisch kann eine Röntgenstrahl-Punktquelle, deren Durchmesser kleiner als  $1 \mu$  ist, erzeugt werden. Eine solche Punktquelle ist zur Projektion von Schattenbildern geeignet, wobei es möglich wird, die besonderen Vorteile der Röntgenstrahlen für die Mikroskopie auszunutzen. Das Objekt befindet sich im freien Raum wie bei der Lichtmikroskopie. Das Auflösungsvermögen ist theoretisch viel größer als bei Licht und kann bei besonders geeigneten Objekten an die Auflösungsgrenze des Elektronenmikroskops herankommen.

Eine Apparatur, in welcher zwei magnetische Linsen verwendet wurden, hat bei Spannungen von 3 bis 12 kV einen Brennpunkt ergeben, dessen Durchmesser unterhalb  $\frac{1}{2} \mu$  lag [V. E. Cosslett und W. C. Nixon, J. APPL. PHYS. 24, 616, 1953]. Eine Kühlung der Antikathode ist nicht notwendig, obwohl ihre Belastung in diesem Falle  $100 \text{ kW/mm}^2$  beträgt. Schattenaufnahmen von Eichgittern und von Insekten zeigten, daß eine Auflösung erreicht wurde, welche derjenigen eines optischen Mikroskops vergleichbar ist. Interessante Resultate wurden auch von dicken Lungen- und Knochenschnitten (0,1 bis 0,5 mm) erhalten. Stereoskopische Aufnahmen können leicht hergestellt werden.

Allerdings weist diese Art von Röntgenstrahl-Mikroskop ernste praktische Grenzen auf. Die Größe des Brennflekes wird durch die sphärische Aberration und den Astigmatismus der Elektronenlinsen sowie auch durch die Dicke der Antikathode bestimmt. Fresnel'sche Beugung bringt Unklarheiten in das Bild, welche nur bei sehr dünnen Objekten, welche zudem sehr nahe an die Antikathode herangerückt sind, vermieden werden können.

nen. Die Belichtungszeit ist durch die beschränkte Emission der Elektronenquelle bedingt, der Bildkontrast durch die niedrige Röntgenstrahl-Absorption in biologischem Material. Es ist jedoch zu erwarten, daß ein neu konstruiertes Gerät eine Auflösungsgrenze von 500 bis 1000 Å erreichen kann.

**M. Drechsler** und **E. Henkel** (Berlin-Dahlem): Vergrößerungsbestimmung beim Feldelektronenmikroskop. (Vorgetragen von M. Drechsler.)

**F. Lenz** (Düsseldorf): Über die Streuung mittelschneller Elektronen in kleinste Winkel.

Bei der Berechnung von Wirkungsquerschnitten für die Streuung von Röntgenstrahlen an Atomen genügt es im allgemeinen, für die Elektronendichteverteilung im Atom das Modell von Thomas und Fermi zu benutzen. Bei der Berechnung der Querschnitte für elastische und unelastische Elektronenstreuung führt das Thomas-Fermi-Modell aber besonders für kleine Streuwinkel zu erheblichen Fehlern, wie sich aus einer allgemeinen Untersuchung des Verhaltens der Streuquerschnitte für kleinste Streuwinkel ergibt. Es werden im Bereich der Born'schen Näherung Streuformeln für elastische und unelastische Elektronenstreuung angegeben, welche das von der Theorie geforderte Verhalten für kleinste Streuwinkel besitzen. Diese Streuformeln werden zur Berechnung der Winkelverteilung bei Mehrfachstreuung verwandt. Die Rechnung ist für C, Cr und Au für verschiedene Schichtdicken numerisch durchgeführt. [Z. NATURFORSCH. im Druck.]

**K. Weber** und **C. v. Fragstein** (Köln): Einfluß von Art und Schichtdicke der Trägerfolie auf Helligkeit und Kontrast des elektronenmikroskopischen Bildes. (Vorgetragen von K. Weber.)

Es wurde der Zusammenhang zwischen der Dicke gebräuchlicher Träger- und Lackabdruckfolien und ihrer Durchlässigkeit für den abbildenden Elektronenstrahl untersucht. Die Dicke der Häutchen wurde mit der Methode der Vielfach-Interferenzen nach Tolansky ermittelt und ihre Durchlässigkeit bei normalem Abbildungsstrahlengang im Siemens-UM 100b elektrisch mit Auffangbecher und Galvanometer gemessen. Es wurden Zaponlack-, Mowital- und SiO-Häutchen von 10 bis 200 m $\mu$  Dicke untersucht. Die Ergebnisse gestatten bei Hautabdruckaufnahmen quantitative Aussagen über die Tiefenausdehnung von Objekteinheiten.

**W. Kleinn** (Tübingen/Mosbach): Energie-Spektren von 35 kV-Elektronen, die an Oberflächen reflektiert wurden.

Für die Bildqualität der Elektronen-Auflichtmikroskopie nach B. von Borries ist die chromatische Zusammensetzung der an der Oberfläche reflektierten Elektronen entscheidend. Es werden daher Energiespektren von 35 kV-Elektronen, die unter etwa 5° an einer Festkörperoberfläche reflektiert wurden, photographisch-photometrisch untersucht. Als Spektral-Apparat dient der hochauflösende elektrostatische Analysator. Zur Intensitätssteigerung wird oberhalb des Objektes ein Kondensor und unterhalb des Analysators eine Zylinderlinse eingefügt, die das Spektrum auf ein schmales Band konzentriert.

Im Energie-Spektrum sind die elastisch gestreuten Elektronen von den unelastisch gestreuten durch eine Lücke getrennt. Das Zahlenverhältnis der elastisch/unelastisch gestreuten Elektronen wird zu 1 : 10 bis 1 : 15 ermittelt.

In den Verlustspektren zeigen sich außer den bisher bekannten Maxima weitere diskrete Verluste. Sie stehen zum Teil in guter Übereinstimmung mit der Deutung von Bohm und Pines.



Es gelingt, Spektren von Elektronen aufzunehmen, die eine frische Spaltfläche eines KBr-Einkristalls zerstört haben.

**F. Hieber und B. Deubner** (München): Über Lichtausbeute und Auflösungsvermögen von Leuchtschirmen. (Vorgetragen von B. Deubner.)

Auf Glas sedimentierte Leuchtschirme aus handelsüblichem Leuchtstoff (Cu-aktiviertes ZnS) mit Kollodiumzwischen- und Al-Deckschicht geben in Durchlichtbeobachtung eine Lichtausbeute, die nur um 10 % hinter derjenigen von Auflichtschirmen aus dem gleichen Leuchtstoff zurückbleibt. Das Auflösungsvermögen der Durchlichtschirme ist bei physiologischem Test wie bei Messung mit dem Kantenunschärfeverfahren höchstens um einen Faktor  $\frac{3}{2}$  ungünstiger als bei Auflichtschirmen, wenn die in unseren eigenen Untersuchungen festgestellten optimalen Dicken der jeweiligen Teilschichten eingehalten werden.

**K. Weber** (Köln): Untersuchungen an hochauflösenden photographischen Schichten.

Es wurden zwei hochauflösende photographische Schichten elektronenmikroskopisch untersucht und verglichen: Die Chlorsilber-Kollodium-Emulsion nach E. Goldberg und ein chromierter Schellack, bei dem die Schwärzung durch nachträgliches Versilbern des fertig entwickelten Bildes erzeugt wird. Während die Korngröße bei beiden Schichten etwa gleich ist, ergibt das Schellackverfahren einen wesentlich besseren Kontrast; Strichgitter mit  $1 \mu$  Gitterkonstante werden noch klar wiedergegeben. Die Auflösungsgrenze wurde für diese Schicht zu  $0,5 \mu$  ermittelt.

Gemeinsame Sitzung: Elektronenoptische Geräte

Vorsitz: B. v. Borries (Düsseldorf)

**A. Bruaux** (Charleroi): Ein belgisches Elektronenmikroskop. (Vorgetragen von G. Vandermeerssche.)

In der Zeit von 1948 bis 1952 haben die A.C.E.C. (Ateliers de Constructions Electriques de Charleroi) ein Elektronenmikroskop für den eigenen Bedarf gebaut.

Das Gerät ist horizontal angeordnet, wobei auf dem Leuchtschirm in Durchsicht beobachtet wird, und enthält 4 magnetische Linsen (eine davon ist ein Kondensor). Die Justierung und insbesondere die Untersuchung des Objektivs haben die Konstruktion einer magnetischen Waage nach dem Prinzip von Le Poole (Delft) notwendig gemacht. Das Objektiv ist mit einem Stigmator versehen, der aus 8 justierbaren Hilfspolstücken besteht; es enthält außerdem eine regelbare und ausschaltbare Kontrastblende. Elektronenoptische Vergrößerungen von 100 bis 50 000fach sind möglich. Schleusen für das Beobachtungsobjekt und für photographische Platten sind vorgesehen. Die Beschleunigungsspannung kann zwischen 25 kV und 100 kV gewählt werden; sie wird durch eine vierstufige Greinacher-Schaltung mit Hochfrequenzspeisung erhalten. Sämtliche Stromkreise sind elektronisch stabilisiert.

Es wurden mehrere Anwendungen erwähnt; sie beziehen sich hauptsächlich auf die Untersuchung industrieller Materialien in Pulverform. Das Studium gewisser optischer Effekte (Interferenz in dünnen Kristallen und Pseudostrukturen) ist im Gange.

**E. Ruska** (Berlin-Siemensstadt): Über neue Hochleistungsmikroskope für 60 kV und für 100 kV Strahlspannung.

Aus dem Siemens-Übermikroskop für 100 kV (Bauart 1949) wurden zwei neue Elektronenmikroskope entwickelt, und zwar ein 100 kV-Gerät von extremer Auflösung und Vergrößerung für einen weiteren Umfang von Betriebsdaten und Arbeitsverfahren und ein 60 kV-Gerät von noch guter Auflösung und Vergrößerung bei vereinfachter Konstruktion.

Betriebsdaten		100 kV-Gerät	60 kV-Gerät
Wellenlänge bei $U_{\max}$	$\lambda_{\min}$	$3,7 \times 10^{-9}$ mm	$4,9 \times 10^{-9}$ mm
Objektivdaten			
Brennweite	f	2,7 mm	1,6 mm
Durchflutung	D	3,7 kA	4,0 kA
Halbwertsbreite	h	~1,5 mm	~1,4 mm
Linsenstärke	$k^2$	~0,6	~1,1
Öffnungsfehlerkonstante	$C_{\delta}$	~2,3 mm	~0,9 mm
Optimale Apertur	$\alpha_{\text{opt}}$	0,007	0,010
theoretische Grenzauflösung	$d_{\text{th}}$	0,4 mμ	0,4 mμ
praktische Grenzauflösung	$d_{\text{pr}}$	~0,6 mμ	~3,5 mμ
elektronenoptische Abbildung	$A_{\text{elopt}}$	200 . . . 160.000	300 . . . 30.000

Für die beiden neuen, mit magnetischen Linsen arbeitenden Durchstrahlungsmikroskope ergeben sich aus den vorstehend aufgeführten Betriebswerten der Objektivlinsen theoretische Grenzauflösungen von etwa

0,4 m $\mu$ , denen bisher praktisch erreichte Auflösungen von etwa 0,6 m $\mu$  beim 100 kV-Gerät und von 3,5 m $\mu$  beim 60 kV-Gerät gegenüberstehen.

Um die praktische Grenzauflösung des neuen 100 kV-Geräts möglichst der theoretischen Grenzauflösung anzunähern, wurden bei seiner Entwicklung Verbesserungen für die nachstehend aufgeführten wichtigsten Einflußgrößen der Konstruktion angestrebt und erreicht: (1) Abschirmung der Mikroskopröhre gegen vom Gerät erzeugte Magnetfelder; (2) Dämpfung der Mikroskopröhre gegenüber den vom Gerät erzeugten mechanischen Schwingungen; (3) elektronenoptische Vergrößerung (10 Stufen von 200 bis 160 000); (4) zeitliche Konstanz der Strahlspannung (geschirmtes Strahlrohr, elektronische Regelung auf etwa  $\pm 5 \times 10^{-5}$ ); (5) zeitliche Konstanz des Linsenfeldes (elektronische Regelung auf etwa  $\pm 1 \times 10^{-5}$ ); (6) Ausrichtung der Bestrahlung zur Objektivachse; (7) Zentrierung der Abbildungslinsen in sich und untereinander; (8) stigmatisch abbildendes Objektiv (Rotationssymmetrie der Polschuhe, magnetomechanischer Stigmator, Auswechseln verschmutzter Aperturblenden während des Betriebs); (9) Feinstufigkeit in der Einstellung der Objektivbrennweite (etwa  $2 \times 10^{-5}$ ); (10) Beobachtungsgüte des Endbilds (Fernrohrlupe 10x und 3x).

Eine größere Variationsbreite der Aufnahmetechnik wurde bei dem neuen 100 kV-Gerät durch einen aus zwei Linsen bestehenden Feinstrahlkondensor und durch eine vom Objektiv auch unabhängig einstellbare und mit drei verschiedenen großen Bildfeldblenden versehene Zwischenlinse erzielt. Die erste Maßnahme erlaubt es, das Bestrahlungsfeld bis auf  $2 \mu \Phi$  zu verringern, was für die Objekterwärmung, den Bildkontrast und die Erfassung kleinster Objektbereiche bei Abbildungs- und Beugungsverfahren von Vorteil sein kann. Da die Zwischenlinse sowohl gemeinsam mit dem Objektiv als auch unabhängig davon eingestellt sowie ganz ausgeschaltet werden kann, ergibt sich die Möglichkeit, sowohl mit 10 festen Vergrößerungsstufen zu arbeiten, als auch die Vergrößerung kontinuierlich zu ändern. Ferner ist durch die unabhängige Einstellung der Zwischenlinse die Aufnahme von Dunkelfeldbildern mit definierten Bragg-Reflexen und die von Beugungsdiagrammen kleiner Objektbereiche ohne Feinstrahlkondensor möglich.

Beim 60 kV-Gerät wurde durch Fortfall des verschieb- und schwenkbaren Feinstrahlkondensors und der Zwischenlinse sowie des Zwischenbildeinblicks eine merkliche Vereinfachung erreicht. Die elektronenoptische Vergrößerung erstreckt sich in 5 Stufen von 300 bis 30 000. Die beiden Vergrößerungslinsen werden aus einer Batterie gespeist, die Strahlspannung durch einen Magnetregler konstant gehalten.

In folgenden Merkmalen stimmen beide Geräte überein: Die Strahlspannung und die Wechselspannung zur Kathodenheizung werden durch ein geschirmtes Kabel in den Elektronenstrahler am oberen Ende der Mikroskopröhre eingeführt. Die Präparatträger werden durch eine Schleusenordnung vor das mit einem magnetomechanischen Stigmator versehene Objektiv gebracht. Im Projektiv können mittels einer Trommel vier Polschuhsysteme für verschiedene Vergrößerungen in den Strahlengang gebracht werden. Die Bilder können von drei bequem am Gerät sitzenden Beobachtern gleichzeitig beobachtet werden. Zur Aufnahme dient eine Wechsel-einrichtung für 12 geschlossene Plattenkassetten  $6,5 \times 9 \text{ cm}^2$ , die gegen eine Normalfilmkassette für 36 Bilder der Größe  $2,4 \times 3,6 \text{ cm}^2$  ausgewechselt werden kann. Zur raschen Evakuierung dient in beiden Geräten eine Anordnung von drei hintereinandergeschalteten Pumpen, wobei der rotierenden Vorpumpe ein Rezipient zur Vorentgasung der Platten zugeordnet ist.



**G. Möllenstedt** (Mosbach/Tübingen): Elektronenmikroskopische Bilder mit einem nach O. Scherzer sphärisch korrigierten Objektiv.

Die Spannungsfestigkeit der Linsen des von O. Scherzer berechneten und von R. Seeliger gebauten sphärischen Korrektivs wurde von 25 kV auf 40 kV erhöht. Zur Erreichung großer Beleuchtungs-Aperturen wurde ein Kondensor eingefügt. Außerdem wurde die bisher benutzte Hochspannungs-Anlage durch eine gegenüber Netzspannungs-Schwankungen höher stabilisierte (Regelfaktor 170) ersetzt.

Um die Wirksamkeit des sphärischen Korrektivs zu prüfen, wurde das Objekt mit einer Apertur von  $\alpha_0 = 2 \times 10^{-2}$  beleuchtet und mit einem rotationssymmetrischen elektrostatischen Objektiv ( $f = 8,6$  mm,  $C_3 = 92$  mm) abgebildet, wobei die Bildschärfe mit großer Sorgfalt optimal eingestellt wurde. Durch Einschalten des Korrektivs wurde die Auflösung eines so entstandenen Bildes um den Faktor 7 erhöht.

Mit kleinerer Beleuchtungs-Apertur aufgenommene Bilder zeigten die gewohnten aber bisher bei dem sphärisch korrigierten Objektiv noch nicht aufgefundenen Beugungssäume an Kanten in schönster Schärfe.

Die ersten Bilder in 80 000-facher Originalvergrößerung lassen erkennen, daß es sich lohnt, alle weiteren noch in diesem Gerät vorhandenen Störungen (mechanisches Schwingen, magnetische Wechselfelder usw.) so weit zu reduzieren, daß die theoretische Leistungsgrenze von 2 Å ausgenutzt werden kann.

**A. C. van Dorsten** (Eindhoven) und **J. B. Le Poole** (Delft): Ein neues 75 kV-Elektronenmikroskop vereinfachter Konstruktion mit Objektivlinse kürzester Brennweite. (Vorgetragen von A. C. van Dorsten.)

Die chromatischen Bildfehler eines magnetischen Elektronenmikroskops können durch Verwendung einer Objektivlinse kürzester Brennweite weitgehend verringert werden. [G. Liebmann, PROC. PHYS. SOC. B **65**, 188, 1952]. Es läßt sich zeigen, daß die chromatische Unschärfe proportional  $f^p$  ist, wobei  $1 > p > 0,5$  ist, abhängig von der Art des Objektes. — Je kürzer also die Brennweite ist, umso geringere Anforderungen können an die Konstanz von Linsenstrom und Hochspannung gestellt werden, um eine vorgegebene Auflösung zu erreichen. — Durch Verwendung einer Objektivlinse mit einer Brennweite von  $f = 0,8$  mm bei 75 kV konnte bei dem neuen Philips Elektronenmikroskop EM 75 auf elektronische Regelung und Stabilisierung ganz verzichtet werden, wodurch eine bedeutende Vereinfachung des Gerätes ermöglicht wurde.

Die für diesen Zweck entwickelte Objektivlinse hat bei einer Bohrung von 0,5 mm einen Polabstand von 2,0 mm und besitzt Polschuhe aus hochpermeablem Material. Der Beauflagungsparameter  $[AW]^2/U$  hat einen Wert von rund 200. — Die Projektivlinse hat einen variablen Polabstand und ermöglicht so eine kontinuierliche Änderung der Vergrößerung. — Für die praktische Verwendbarkeit des Prinzips ist eine sehr genaue Zentrierung der beiden Abbildungslinsen unerlässlich, damit keine Bildwanderungen als Folge von elektrischen Schwankungen, bei sonst scharfen Bildern, auftreten. — Die Zentrierbarkeit (als Linseneigenschaft) wurde an der Objektivlinse eingehend untersucht. Bei Netzspannungsschwankungen bis 5 % ist eine Auflösung von 70 Å sicher erreichbar. — Die höchste beobachtete Auflösung war etwa 40 Å, ein Wert, der sich an einer kleinen Probeserie von etwa zehn Instrumenten gut reproduzieren ließ.

**O. Rang** (Mosbach): Über den neuen Zwischenbeschleuniger des AEG-ZEISS-Elektronenmikroskops.

Der erste elektrostatische Zwischenbeschleuniger liegt in der für die Fertigung vorgesehenen technischen Form vor. Er arbeitet nach einem von Lenard, Seemann und Böttcher schon früher angewandten Prinzip, nach dem die Elektronengeschwindigkeit beim Durchgang der Strahlen durch das Objekt zusätzlich vergrößert wird. Die Konstruktion des Gerätes wurde von H. Sonnberger durchgeführt. Sie stützt sich hinsichtlich der elektronenoptischen Anordnung auf die Experimente von Möllenstedt, über die bereits berichtet wurde [PHYS. VERH. 2, 64, 1951]. Die Hochspannungsanlage, die neben der negativen Gleichspannung für die Kathode und die elektrostatischen Linsen eine gleichgroße positive Spannung für den Faraday-Käfig liefert, in dem sich das Objekt befindet, wurde von S. Panzer entwickelt [PHYS. VERH. 3, 110, 1952].

Anlässlich der Einführung des Zwischenbeschleunigers, die eine Neukonstruktion der Objektschleuse und des Kreutztisches erforderte, wurde die Stereo-Einrichtung entscheidend verbessert. Ähnlich der von Rühle und Zehender [PHYS. VERH. 3, 120, 1952] angegebenen Art ist jetzt das Objekt in der Achse eines senkrecht zum Elektronenstrahl angeordneten Stabes gelagert, sodaß man es während der Beobachtung leicht um meßbare Winkel kippen kann. Die Ausführung ist so präzise, daß während der Stereo-Drehung stets die gleiche Objektstelle im Gesichtsfeld bleibt.

Die Wirkung der kontinuierlichen Objektkippung wurde mittels eines Filmes gezeigt, in dem das Wandern der Interferenzstreifen auf einem Glimmer-Einkristall zu sehen war. Zur Aufnahme des Filmes war der Leuchtschirm des Elektronenmikroskops mit einer handelsüblichen Schmalfilmkamera unmittelbar fotografiert worden. Die Helligkeit hatte ausgereicht, um erstmalig auch im Dunkelfeld das Wandern der Interferenzstreifen zu filmen, sodaß nun auch diese Erscheinung einem größeren Zuschauerkreis vorgeführt werden konnte.

**M. Locquin** (Paris): Über Versuche mit einem elektronenoptischen Phasenkontrastmikroskop.

Es ist möglich, im Elektronenmikroskop einen Phasenkontrasteffekt zu erzielen, wenn man die Störwirkung eines elektrostatischen Feldes, welches in das magnetische Feld einer elektromagnetischen Linse gelegt wird, in geeigneter Weise ausnutzt.

Dieses Feld wird durch eine Spitze erzeugt, welche in der Ebene der Objektivblende angebracht ist und unmittelbar durch die Elektronen aufgeladen wird.

Die Ergebnisse zeigen, wie man bei dünnen Objekten ohne Zwischenfolien zu einem beträchtlichen Kontrastgewinn gelangen kann.

Mit dieser Methode ist es möglich, Aufschluß über die langsamen Strukturveränderungen im Inneren des Objektes zu erhalten. Das Auflösungsvermögen bleibt im ganzen erhalten.

Die gewonnenen Ergebnisse eröffnen der Forschung einen neuen Ausblick.

**W. Hubig** (Mosbach/Tübingen): Substanz-Differenzierung im Elektronen-Emissions-Mikroskop.

In dem von G. Möllenstedt und H. Düker benutzten Elektronen-Emissions-Mikroskop werden die Elektronen durch seitlichen Ionen-Beschuß ausgelöst. Verschiedene Substanzen lassen sich aufgrund unterschiedlicher Sekundär-Emission nur in den ersten Minuten nach Einsetzen des Ionen-

Beschusses auf dem Leuchtschirm unterscheiden. Die Ursache des Verschwindens der Kontraste liegt darin, daß sich während des Ionen-Beschusses eine dünne Kohlenwasserstoff-Schicht auf der Oberfläche bildet.

Es konnte gezeigt werden, daß sich diese störende Schichtbildung verhindern läßt, wenn man das Objekt auf 130°C erwärmt. Die Unterschiede der Sekundäremissionsfaktoren der verschiedenen Substanzen kommen dann voll zur Geltung, sodaß nunmehr Fremdmaterial-Einschlüsse, Kristallkörner usw. mit gutem Kontrast wiedergegeben werden können.

Die Untersuchung der Schichten selbst ergab folgende Resultate: Die Schicht ist als übermikroskopischer Oberflächen-Abdruck sowie als Hüllen-Abdruck für die räumliche Darstellung kleinster Objekte geeignet. Durch den seitlichen Ionen-Beschuß erübrigt sich in manchen Fällen eine nachträgliche Schrägebildung mit Metall. Es wurde festgestellt, daß die Aufwachsgeschwindigkeit der Schicht von der Substanz der Unterlage abhängig ist. Daher ist es möglich, im Durchstrahlungsbild einer von der Oberfläche abgelösten Schicht die verschiedenen Substanzen wiederzuerkennen.

**E. B. Ba<sup>5</sup> und F. Mast (Zürich):** Diskussionsbeitrag zur Entstehung von Verschmutzungsschichten in Elektronenstrahlgeräten. (Vorgetragen von E. B. Bas.)

Es ist bekannt, daß die Verschmutzungsschichten durch Zersetzung von aus der „Vakuumatmosphäre“ kondensierten Kohlenwasserstoffmolekülen unter Elektronenbombardement entstehen. Es wurden einige Beobachtungen beim Bombardement von Mineralölfilmen mitgeteilt, wobei alle Elektronen von Öl absorbiert werden. Vorläufige Ergebnisse zeigen, daß der Großteil der Elektronenenergie zur Zerstörung von C-C und C-H Bindungen aufgebraucht wird, wobei die entweichenden Wasserstoff- und leichten Kohlenwasserstoffmoleküle durch ein Palladiumrohrdetektor angezeigt werden können. Das Molekulargewicht des Öles nimmt dabei ständig zu.

**J. B. Le Poole, H. C. Corbet, G. M. van Koppen, J. Kramer, M. van Ments und L. L. van Reijen (Delft):** Neue Elektronenbeugungsapparate. (Vorgetragen von H. C. Corbet.)

Es wird über in Delft, Holland, entwickelte Elektronenbeugungsapparate berichtet, in denen elektromagnetische Linsen angewendet werden.

Zwei Apparate mit Beugungs- und Mikroskopie-Linsen, ein Apparat mit Möglichkeit zur Nachvergrößerung der Beugungsdiagramme (effektive Kameralänge 65 bzw. 450 cm) und ein Apparat spezieller Konstruktion werden beschrieben.

Einzelheiten, wie vereinfachtes Hochspannungsaggregat, Kondensorlinsensystem (Doppel Kondensorlinse), Meßbrücke für Linsenstrommessung und eine Übersicht über die angewandte Elektronen-Optik, werden besprochen.

**H. Seemann (Konstanz):** Große und kleine elektronenoptische Kombinationsaggregate mit offen liegenden Teilen, wie bei Lichtmikroskopen und Spektrometern, für Forschung, Unterricht, medizinischen Bedarf und Industrie.

Nach einer vorausgegangenen Diskussionsbemerkung des Votr., daß die Auflösung in Beugungsabbildungen mit Licht-, Röntgen- und Korpuskularstrahlen um Zehnerpotenzen höher sein können als die Trennung der Objektteile selbst, z. B. der Atomhüllen, sodaß man fast von Auflösung der Kernnetze sprechen kann, wird daran erinnert, daß die Elektronenmikroskopie aus den Beugungsgeräten des Votr. einschließlich der Röntgen-



beugungsaggregate entwickelt wurden, die schon 1934 in den meisten Kulturländern in Gebrauch waren. Es fehlten nur Linsen, die ohne weiteres in oder zwischen die vorhandenen Kammern und Rohrstücke eingesetzt zu werden brauchten, ganz ähnlich wie beim Lichtmikroskop. Mit 11 Abbildungen aus Fachzeitschriften und anderen Druckschriften wird die Entwicklung einer „elektronenoptischen Bank“ aus der Ausführungsform von 1938 bis 1951 und gleichzeitig die Vielseitigkeit der Kombinationen für spezielle Zwecke beschrieben und besonders auf den Unterrichtswert der offeneren Lichtmikroskopkonstruktion hingewiesen. Da man alle Teile in beliebiger Anzahl hintereinanderschalten kann, ist die Höchstvergrößerung theoretisch ebenfalls beliebig. Da jede Neufindung nachträglich hineingesetzt werden kann, kann das ganze Aggregat nicht veralten, ganz abgesehen davon, daß es nach wie vor als Röntgenstrahlenquelle mit anschraubbaren Kameras und Spektrographen benutzt werden kann und tatsächlich seit Jahrzehnten auch wird. Die neuesten Verbesserungen an dem von Prof. Justi 1943 vor mehr als 800 Hörern in Berlin vorgeführten Elektronengroßprojektors des Vortr. für Beugung und Abbildung, werden ebenfalls im Bilde gezeigt. [Vergl. die Beschreibung in dem Buche „Leitfähigkeit fester Körper“ 1948 von E. Justi].

**F. Endter** (Konstanz): Eine neue Vakuumkamera zur Verwendung an Elektronenmikroskopen und Beugungsanlagen.

Es wurde eine Vakuumkamera für die Verwendung an Elektronenmikroskopen und Elektronenbeugungsapparaturen beschrieben, in der sich ein Vorrat von beispielsweise 6 Photoplatten befindet, die in beliebiger Reihenfolge zur Exposition gebracht und unmittelbar nach dieser über einen Schleusenraum entnommen und ersetzt werden können. Die Platten können jedoch auch innerhalb kürzester Zeiten hintereinander belichtet und später gemeinsam entnommen werden.

Als Plattenträger dient eine um ihre Hochachse drehbare Kreisscheibe, die außerdem entlang der Hochachse verschoben werden kann und auf diese Weise gleichzeitig als Schleusentür dient. Die für die Plattenentnahmen und den Plattenersatz erforderliche Zeitspanne einschließlich der Pumpzeiten zum Erreichen des Ausgangszustandes liegt bei etwa einer Minute. Bei Serienbelichtung beträgt die zum Plattenwechsel benötigte Zeit weniger als eine Sekunde.

Die Kamera ist mit einem Lamellenverschluß großer Öffnung versehen, der zwischen Leuchtschirm und Photoplatte angeordnet ist. Die Betätigung des Verschlusses erfolgt über einen Elektromagneten mit Hilfe eines elektrischen Impulsgebers. Der Impulsgeber kann in einfacher Weise mit Meßgeräten für die Bestimmung der mittleren Leuchtschirmhelligkeit oder für die mittlere Elektronendichte des auf die Photoplatte einfallenden Elektronenstrahles gekoppelt werden. Die Einstellung des Impulsgenerators erfolgt dann über ein Zeigerinstrument, auf dem Eichmarken für die einzelnen zur Verwendung kommenden Emulsionen angebracht sind.

**M. Hahn und F. Lenz** (Düsseldorf): Zwei Kunstgriffe beim Experimentieren mit dem Elektronenmikroskop. (Vorgetragen von F. Lenz.)

1) Die Messung der Beschleunigungsspannung im teleskopischen Strahlengang.

Bei gegebener Strahlspannung gibt es in jeder Magnetlinse eine bestimmte Linsendurchflutung, bei welcher der erste teleskopische Strahlengang auftritt. Durch Einstellung und Messung dieser Durchflutung mittels eines Strommessers im Objektivstromkreis kann daher auf die Strahl-

spannung geschlossen werden. So ist es möglich, die Strahlspannung niederspannungsseitig direkt an einem Drehspul-Zeigerinstrument mit einer Genauigkeit von etwa 1% abzulesen, dessen Skala zweckmäßigerweise gleich in kV beschriftet ist.

2) Die Zentrierung des Kondensors mit Hilfe einer Wechselkomponente im Kondensorstrom.

Will man den Kondensor eines Elektronenmikroskops, dessen Kondensorachse in 4 Freiheitsgraden gegen die Geräteachse justiert werden kann, derart zentrieren, daß das Bild der Strahlquelle auch dann auf der Geräteachse bleibt, wenn die Kondensordurchflutung variiert wird, so erleichtert man sich dies praktisch dadurch, daß man dem Kondensorstrom eine Wechselkomponente überlagert und dann die Zentriereinrichtung solange bestätigt, bis der bei ausgeschaltetem Objektivstrom entstehende oszillierende Lichtfleck in der Mitte des Leuchtschirms liegt und rotationssymmetrische Form besitzt. Physikalisch bedeutet dies, daß man einen Abschnitt derjenigen Raumkurve, welche das durch die Kondensorlinse vermittelte Bild der Elektronenquelle bei Änderung der Kondensordurchflutung durchläuft, möglichst gut mit der Geräteachse zur Deckung bringt. [Einger. b. d. Z. WISS. MIKROSKOPIE.]

**A. Eckart und L. Seifert** (Jena): Eine Röntgenfeinstfokusröhre mit elektrostatischer Fokussierung. (Vorgetragen von L. Seifert.)

**K. H. Steigerwald** (Mosbach): Materialbearbeitung mit Elektronen.

Es ist bekannt, daß man dünne Bleche oder Folien mit einem intensitätsreichen Elektronenstrahl im Vakuum durchbohren kann. Die Materialbearbeitung geschieht hierbei durch örtliches Schmelzen und Verdampfen.

Versuche mit Elektronenstrahl-Systemen, die nach dem Teleprinzip arbeiten, führten zum Bau einer Versuchsanlage zum Bohren mit Elektronenstrahlen. Es wurden Bleche aus Stahl, Tantal, Wolfram und anderen Metallen gebohrt. In Stahlplatten von 8 mm Stärke lassen sich noch Bohrkanäle von 0,1 bis 0,2 mm Durchmesser herstellen. In dünnen Metallfolien konnten Bohrungen von bis zu 1  $\mu$  Durchmesser erzielt werden. Neben Bohrungen sind auch Fräsungen ausführbar, wie z. B. Schlitzte.

Platten aus Quarzglas und Quarz von 10 mm Stärke lassen die Form der Bohrkanäle in seitlicher Betrachtung erkennen. Durch entsprechende Formung des Elektronenstrahls lassen sich sowohl zylindrische als auch konische Bohrungen herstellen. Das Verfahren eignet sich besonders zur Bearbeitung sehr harter Stoffe. So lassen sich z. B. Korundkristalle ( $Al_2O_3$ ) in den Modifikationen als synthetischer Saphir und Rubin gut bearbeiten. In Platten von 1 mm Stärke lassen sich Bohrungen bis herab zu 20  $\mu$  Durchmesser herstellen.

Die Wirkungsweise des Verfahrens, welches in der geschilderten Form nur auf thermischen Vorgängen beruht, läßt sich noch erweitern. So können z. B. zur Auslösung eines Materialtransportes bei Bestrahlung durch Elektronen auch chemische Reaktionen verwendet werden.

**F. Leonhard** (Hanau): Ausnutzung der elektronenmikroskopischen Tiefenschärfe für die Aufnahmen geringer Vergrößerung.

Die große Tiefenschärfe der elektronenmikroskopischen Abbildung gewährt nicht nur bei hohen Vergrößerungsmaßstäben erhebliche Vorteile sondern kann auch nützlich angewandt werden bei kleinen Vergrößerungen, die im Bereich der normalen Lichtmikroskopie liegen. Insbesondere bei



metallographischen Untersuchungen grober Reliefstrukturen muß man auf die elektronenmikroskopische Abbildung zurückgreifen. Dabei sind im wesentlichen zwei präparative Schwierigkeiten zu überwinden. Diese sind einmal, noch abbildungstreue, durchstrahlbare Abdrücke herzustellen, die zum anderen, genügend große Objektbereiche wiedergeben. Diese beiden Forderungen werden von dem Tiefziehverfahren erfüllt und geben Übersichtsbilder grober Oberflächenreliefs und großer Abbildungsbereiche, wie sie mit dem Lichtmikroskop und nach unseren Erfahrungen mit anderen Abdruckverfahren nicht zu erzielen sind.

**F. Endter und H. Gebauer** (Konstanz): Statistische Auswertung elektronenmikroskopischer Aufnahmen unter Verwendung eines neuen Hilfsgerätes. (Vorgetragen von H. Gebauer.)

Es wurde ein Gerät zur vereinfachten Vermessung polydisperser Systeme, die in elektronen- oder lichtoptischer Abbildung vorliegen, und zur selbsttätigen Registrierung der ermittelten Teilchenzahlen und -abmessungen beschrieben.

Auf die dem Beobachter abgewendete Seite der Originalaufnahme oder eines in zweckmäßiger Vergrößerung angefertigten Diapositives wird mittels eines einfachen Beleuchtungssystems und eines photographischen Objektives die Öffnung einer in ihrem Durchmesser kontinuierlich veränderlichen Blende abgebildet. Das jeweils zu messende Teilchen wird in die Mitte des projizierten Lichtfleckes gerückt und die Blendenöffnung solange verändert, bis die Begrenzung des Lichtfleckes möglichst weitgehend mit der Grenzkontur des Teilchens zusammenfällt.

Mit der Verstellung der Blende ist die Verschiebung eines Kontaktwerkes verbunden, durch das definierten Blendendurchmessern je ein Telephonzählwerk zugeordnet wird.

Hat der Beobachter Teilchenkontur und Lichtfleckbegrenzung in der gewünschten Weise einander angeglichen, löst er über einen Druckschalter einen Stromstoß aus, der das dem jeweils gemessenen Teilchendurchmesser entsprechende Zählwerk um eine Stelle weiter rückt. — Bei dem beschriebenen Gerät lassen sich Teilchenabbilder bis zu einem Durchmesser von 20 mm in Schritten von je 0,2 mm vermessen. Pro Stunde können bis zu 1000 Partikel ausgewertet werden.

**M. Drechsler und G. Pankow** (Berlin-Dahlem): Das Feld-Argon-Elektronenmikroskop und die Feldemission von Wasserstoff- und Argon-Ionen. (Vorgetragen von M. Drechsler.)

Theoretische Betrachtungen lassen vermuten, daß Feldionenmikroskope mit Edelgasfüllungen ein höheres Auflösungsvermögen als das bisher von E. W. Müller entwickelte Feldionenmikroskop mit Wasserstoff-Füllung haben. Es wird über Herstellung, Inbetriebnahme und Aufnahme-Ergebnisse von Feldionenmikroskopen mit Argon und Helium berichtet. Bei einem Feld-Emissionsmikroskop mit Helium-Füllung wurde das extrem hohe Auflösungsvermögen von 3 bis 4 Å erhalten.

Von dem E. W. Müller-Effekt der Feld-Ionenemission werden erstmals Strom-Spannungs-Kennlinien aufgenommen und zwar für Ionen von Ar, H<sub>2</sub>, He und O<sub>2</sub>. Die unterhalb eines Gasdruckes von  $0,5 \times 10^{-2}$  Torr auftretenden Feldionen-Ströme und Stromdichten sind etwa proportional dem Gasdruck. Die gemessene Abhängigkeit der Feldionen-Ströme von der Spannung, der Oberflächenfeldstärke und dem Spitzenradius wird gedeutet. Messungen der Mindestfeldstärke der Ionenemission bei Gasen zeigen erstmalig, daß diese Mindestfeldstärken den Ionisierungsspannungen proportional sind.